06(49.3)B1
c✓

FOR THE PEOPLE
FOR EDVCATION
FOR SCIENCE

LIBRARY
OF
THE AMERICAN MUSEUM
OF
NATURAL HISTORY

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES.

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath., c. IV.

DEUXIÈME SÉRIE

TOME III. — JANVIER 1893

(DIX-SEPTIÈME ANNÉE ; TOME XXXIII DE LA COLLECTION)

BRUXELLES

SOCIÉTÉ BELGE DE LIBRAIRIE

SOCIÉTÉ ANONYME **(Ancienne Maison Goemaere)**

16, RUE TREURENBERG, 16

1893

21-85397 Aug 3

LES RACES INFÉRIEURES

Existe-t-il des races humaines inférieures, des races plongées de tout temps dans la dégradation où nous les voyons aujourd'hui, et à qui la somme d'intelligence qu'elles possèdent ne permet pas, ne permettra probablement jamais, de franchir leur barbarie actuelle ?

Assurément, répondent les adhérents de l'école nouvelle. L'homme naît animal et rien de plus ; dans sa lente évolution pour atteindre le progrès, il a dû passer par des états intermédiaires dont les Boschismen, les Fuégiens, les Australiens, les Cafres, les nombreuses tribus du centre de l'Afrique ou du nord de l'Amérique sont les représentants actuels. Ces hommes n'ont que faiblement dépassé les anthropoïdes, auxquels ils se rattachent par une chaîne continue.

Non, répondrons-nous à notre tour; s'il existe des races trop nombreuses dont l'état de dégradation est indéniable, ce n'était point là leur état primitif. Ces races sont sorties d'autres comparativement civilisées. C'est le milieu où, depuis des générations, elles sont condamnées à vivre, ce sont les conditions de leur dure vie qui les ont réduites au triste état où elles végètent. En d'autres termes, ce ne sont pas des races primitivement barbares, mais bien des races

dégénérées de leurs ancêtres. C'est là ce qu'il nous faut prouver. Nous choisirons pour cela deux peuples, les Australiens et les Tinneh, comptés parmi les plus barbares du globe, et, à l'aide de documents nouveaux et de recherches nouvelles, nous montrerons chez eux les vestiges d'une civilisation très supérieure à leur situation présente.

I

Peu de régions offrent, au point de vue de la civilisation, un contraste aussi frappant que l'Australie. Sur les côtes, des ports au commerce florissant, grandissant sans cesse en nombre et en importance; des villes riches, bien bâties, où se rencontrent toutes les merveilles modernes; une population instruite, avancée, se gouvernant librement sous l'égide tutélaire de la Grande-Bretagne. A côté de cette richesse, de cet épanouissement de la vie, de ce progrès incessant, de ce magnifique avenir, on voit, dans la plus grande partie du continent australien, une sécheresse pour ainsi dire permanente, une végétation rabougrie et misérable, des animaux en petit nombre, fuyant épouvantés cette nature morne et désolée. Quelques rares indigènes à l'aspect hideux, à la saleté repoussante, errent dans ces solitudes, sans demeure fixe, n'ayant qu'un seul but, celui de se procurer la nourriture qui leur fait trop souvent défaut. Durant les chaleurs de l'été, leur unique vêtement consiste dans les tatouages dont ils sont couverts et dont ils sont fiers. L'hiver, ils jettent sur leurs épaules une peau de kanguroo, pour se préserver du froid. Les femmes en toute saison y ajoutent, plutôt comme ornement que comme vêtement, un petit pagne en cordelettes (1).

(1) Ils n'ont pas plus le sentiment de la pudeur que l'animal. Palmer, *Journ. Anth. Inst.*, t. XXIII; — Waitz, *Anthropologie der Naturvölker*, ap. Gerland, t. VI, pp. 739, 783, 787. — Cette appréciation n'est peut-être pas très juste, car d'autres écrivains nous apprennent que quand les femmes ôtent leur pagne pour se baigner par exemple, elles ont soin de choisir un endroit écarté, et ce serait à leurs yeux une grave indécence de paraître sans ce que nous n'osons appeler un vêtement.

Durant ces dernières années, cette population a été l'objet d'études nombreuses. Des explorateurs au cœur intrépide ont cherché à pénétrer au centre de l'Australie, à traverser même le continent. Plusieurs ont échoué : les uns sont morts assassinés par les indigènes, plus fréquemment encore épuisés par la faim, par la soif surtout, par les privations de tout genre. D'autres, plus heureux, ont pu recueillir des renseignements précieux qui viennent contredire ceux obtenus dans les villes anglaises, où les Australiens affluent et où l'ivrognerie et la débauche les conduisent rapidement à une profonde démoralisation. Les impressions diffèrent donc singulièrement selon le point de vue où l'écrivain se place et aussi selon la partie de l'Australie qu'il a habitée, car il ne faut pas oublier que la superficie de ce continent égale les trois quarts de celle de l'Europe. Les indigènes sont séparés par des déserts infranchissables, et si nous les trouvons au même niveau de civilisation, parlant des langues qui se rattachent à une souche commune, s'ils offrent à l'anthropologiste les mêmes caractères de race, il est impossible de méconnaître chez eux des différences importantes qui ont été la cause des jugements si dissemblables que nous relevons.

C'est ainsi qu'un des derniers explorateurs, Lumholtz (1), dit que, dans le Queensland, les naturels vivent dans la promiscuité la plus complète ; les parents ne se préoccupent jamais de leurs devoirs vis-à-vis de leurs enfants et ils les abandonnent avec le plus révoltant égoïsme. Le titre même de son livre, *Voyage parmi les cannibales,* résume ses impressions. Howitt (2), dont l'autorité est considérable, raconte au contraire que, dans l'Australie du Sud, le père est tenu de protéger sa famille, et qu'il ne manque jamais, quand il a pu réussir, d'apporter aux siens la meilleure partie du produit de sa chasse. M. Curr (3),

(1) *Among the Cannibals.* Londres, 1889, p. 161.
(2) *Journ. Anth. Inst.,* Aug. 1888.
(3) *The Australian Race.* Melbourne and London, 1886, 4 v. 8°.

qui a passé de longues années parmi les Australiens, rapporte que jamais les hommes et les femmes n'ont vécu dans cette révoltante promiscuité dont parle Lumholtz, et que si l'on remarque aujourd'hui chez eux un grand relâchement moral, c'est surtout à leur contact avec les Européens que ce relâchement est dû. Telle est également l'opinion de M. Brough Smyth (1) qui, comme M. Curr, nous donne le résultat de longues années d'étude. M. Stephens (2) est plus net encore : il nous dit que ceux qui parlent de la dégradation innée des Australiens ne les connaissent pas ou ne les connaissent qu'infectés des vices des Blancs. Au milieu de ces avis si divers, il est incontestable que dans leur lutte de chaque jour, de chaque instant, contre les difficultés où ils se débattent, tout progrès leur est impossible. On ne peut donc s'étonner de les voir classés parmi les races les plus dégradées du globe. Quelques savants vont même plus loin : ils ne veulent pas les accepter comme issus de la même race que nous, comme appartenant à la même humanité. Laissons là d'évidentes exagérations et étudions la question avec le seul désir d'arriver à la vérité.

Les Australiens tiennent à la fois du type africain et du type malais (3). Leur couleur varie du brun foncé au brun rouge, leur taille est plutôt petite, leurs membres sont bien proportionnés, la tête est large, le front étroit et fuyant, les yeux sont noirs, enfoncés dans les orbites, les pommettes sont saillantes, le nez est aplati, le prognathisme (4) très apparent; les os du crâne présentent une épaisseur très marquée. En revanche, les cheveux ne sont pas

(1) *The Aborigines of Australia.* London, 1878, 2 v. 8°.

(2) *Journal of Roy. Soc. of New South Wales,* t. XXIII.

(3) H. Hale, *Language as a Test of Mental Capacity being an Attempt to demonstrate the True Basis of Anthropology.* Trans. Royal Soc. of Canada, t. IX, 1891.

(4) Virchow prétend que le prognathisme est incompatible avec un développement normal du cerveau. *Untersuchungen über die Entwickelung des Schädels Grundes,* p. 121. Nous lui laissons la responsabilité de cette assertion.

laineux comme ceux du Nègre, raides et frisés comme ceux du Malais, mais, au contraire, fins et soyeux comme ceux des races blanches. Les hommes ont, en général, la barbe longue et fournie, d'un noir ou d'un brun foncé; tout le système pileux enfin est très développé.

Les explorateurs sont unanimes à reconnaître chez les Australiens une organisation sociale basée sur la famille et sur l'autorité absolue du père. L'évêque Salvado (1) dit, en parlant de ceux de l'ouest : « Au lieu de se gouverner par tribus, ils paraissent être régis à la manière patriarcale. Chaque famille, qui ne compte pas plus de six à neuf individus, forme comme une petite société sous la seule dépendance de son propre chef. » D'autres récits portent à trente, à cinquante même les membres de la phratrie ou tribu, tous parents entre eux. L'exogamie est une règle presque générale (2). Les hommes et les femmes appartenant à la même phratrie ne peuvent avoir de relations, et toute infraction à cette loi est sévèrement punie.

Les mariages se concluent sans aucune cérémonie; chez les Marenyeri, la jeune fille allume du feu dans la hutte de son futur; chez d'autres, ils mangent ensemble; plus simplement encore, l'homme emmène sa femme : le mariage est conclu.

Les prohibitions sont très nombreuses et invariablement obéies. M. Curr en demandait la raison à un Australien : « Nous avons toujours fait ainsi », fut la seule réponse qu'il put obtenir. Ces prohibitions entraînaient souvent l'enlèvement par la force des femmes ou des filles des tribus voisines, de celles surtout avec qui on était en guerre (3). D'autres fois le mariage se fait par échange : l'homme prend une femme dans une phratrie étrangère et donne en retour sa sœur ou, s'il est plus vieux, sa fille. L'autorité du chef est incontestée; son approbation suffit

(1) *Mém. hist. sur l'Australie*, p. 265.
(2) Brough Smyth, *The Aborigines of Victoria*, t. I. London, 1878.
(3) *Journ. Roy. Soc. of New South Wales*, t. XXIII, p. 407.

pour ces échanges. Bien rarement une jeune fille cherche à s'y soustraire par la fuite, et cela même alors qu'elle a été ainsi fiancée dès sa première enfance, quelquefois même avant sa naissance. Ces singulières unions ne sont même dépourvues ni d'affection, ni de fidélité réciproques (1). La monogamie est la règle presque générale en Australie, et les cas de polygamie sont rares (2): la difficulté de subvenir aux besoins de la famille crée un obstacle presque insurmontable. Ces mêmes difficultés s'opposent aux familles nombreuses.

M. Curr, à qui nous avons déjà fait beaucoup d'emprunts, dit que, quand la famille est constituée par la naissance de deux garçons et d'une fille, on tue les autres enfants qui pourraient survenir; mais des explorateurs également dignes de foi nient absolument le fait. Ce qui est plus certain, c'est que les femmes, usées avant l'âge par la dure vie à laquelle elles sont condamnées, sont frappées, jeunes encore, de stérilité.

Le Rev. L. Fison (3) raconte que tous les hommes d'une tribu épousent toutes les femmes. Il appelle cette coutume le mariage par groupe; nous l'appellerions d'un nom plus juste, la promiscuité. Mais ceux qui connaissent le mieux le pays affirment que ce récit est faux. M. Fison a été trompé par l'habitude des jeunes gens de saluer indistinctement tous les vieillards du nom de père ou de mère, et ceux-ci en retour les appellent leur fils ou leur fille. Ils s'accordent au contraire à dire que les Australiens sont très jaloux de leurs femmes (4). Dans quelques tribus, il est même interdit à une femme de parler à un autre

(1) " Fidelity and true love are not rare in Australian families. „ Brough Smyth, *l., c.*, t. I.

(2) L'évêque Salvado raconte qu'il n'a jamais connu un indigène ayant plus de deux femmes, " à moins, ajoute-t-il, qu'un homme par générosité ne prenne sous sa protection la femme d'un ami ou d'un parent absent, ou qu'il n'adopte les veuves de son frère. „

(3) *Kamilaroi and Kurnai.* Melbourne and Sydney, 1880.

(4) Sir G. Grey, *Journals of two Expeditions of Discoveries in North Western and Western Australia*, 2 v. London, 1841. — Curr, *l. c.*, pp. 100, 109.

homme qu'à son mari, et il lui est à peine permis de voir son propre frère, quand il a dépassé les années de l'enfance. Les lois de la Nouvelle-Galles du Sud sont particulièrement strictes à cet égard. Dans les camps, les jeunes gens sont stationnés aux deux extrémités, les hommes mariés au centre ; et le fait de pénétrer dans la hutte d'un de ces derniers, d'approcher même de son feu, est une injure sévèrement punie. Le coupable est tenu de rester debout et de parer du mieux qu'il peut, à l'aide de son seul bouclier, les flèches que lui lancent, à de faibles distances, cinq ou six guerriers choisis parmi les plus adroits de la tribu.

Des règles à peu près semblables existent à Victoria ; aussi les naissances illégitimes sont-elles très rares. Si le fait se produit, la mère est cruellement battue, quelquefois même brûlée avec son enfant. Dans certaines tribus, une peine semblable atteint le séducteur (1).

Les enfants appartiennent en général à la phratrie de leur mère ; c'est un des nombreux exemples que l'on donne de la famille fondée sur la descendance maternelle. Mais ce n'est pas là une loi générale à toute l'Australie : on connaît des tribus où les familles ne comptent que par la descendance masculine ; chez d'autres, chez les Dieyeries, par exemple, les garçons vont à la famille du père, les filles à celle de la mère.

J'ai raconté autrefois (2) les épreuves que doivent subir les jeunes gens avant d'être admis parmi les guerriers et avant de pouvoir se marier. Ces initiations, qui donnent lieu à de grandes fêtes dans les tribus, sont très dures, parfois même cruelles, et le jeune homme doit les subir avec le même flegme que montrent dans les supplices les Peaux-Rouges de l'Amérique du Nord. La circoncision se pratique dans presque toutes les tribus à l'époque de la puberté (3). A ce moment, les jeunes garçons

(1) Dawson, *Australian Aborigines*, pp. 28, 33.
(2) *Rev. d'Anth.*, oct. 1884 ; — janv. 1885.
(3) Waitz, *l. c.*, t. VI, p. 560.

insèrent dans leurs narines un os ou un morceau de bois ; d'autres brisent une ou deux dents de leur mâchoire supérieure et donnent pour raison que *Mura-Mura,* leur grand Dieu, brisa ainsi les dents du premier enfant et ordonna que l'on agît toujours ainsi à l'avenir (1).

Les faits que nous venons de raconter attestent qu'au milieu de la dégradation où ils vivent, il existe chez les Australiens des vestiges d'un état antérieur très certainement supérieur à leur état actuel. Un autre fait paraît plus concluant encore ; nous l'empruntons au récent travail d'un savant canadien, M. Horatio Hale (2), qui jouit sur les questions d'ethnographie et de linguistique d'une autorité incontestée. Pour M. Hale, le développement de l'intelligence et celui du langage sont corrélatifs, et la parole n'est que le reflet de la pensée. Max Muller nous dit également (3) que le raisonnement et le langage sont, comme la chaleur et le mouvement, deux manifestations de la même force. Il convient donc d'accorder au langage une grande importance, et c'est là ce qui a conduit M. Hale à étudier celui des Australiens pour arriver à quelques données sur leur passé. Tous les dialectes parlés aujourd'hui par les indigènes sortent de la même souche, et ce n'est pas sans étonnement que notre auteur constate leur perfection (4). Leur grammaire possède sept déclinaisons (5) ; une est spéciale aux noms propres, une autre

(1) Sturt, *An Expedition into Central Australia*, t. II, p. 9, 61.

(2) *Language as a Test of Mental Capacity being an Attempt to demonstrate the True Basis of Anthropology.* Trans. Roy. Soc. of Canada, vol. IX, 1891.

(3) *Science of Thought*, ch. I.

(4) M. H. Hale a visité l'Australie, et ses observations ont porté sur toute la partie est du continent. Le Dr Fréd. Müller, dans le voyage de la frégate autrichienne *Novara*, les a complétées notamment par ses études sur les indigènes qui vivent à l'ouest du continent. Le Dr Müller ajoute que leurs dialectes, tout en gardant leurs affinités, sont en pleine décadence.

(5) La première grammaire australienne fut publiée, il y a bien des années déjà, par le Rev. L. E. Threkeld, de la Nouvelle-Galles du Sud, sous le titre : *An Australian Grammar comprehending the Principles and Natural Rules of the Language spoken by the Aborigines in the Vicinity of Hunter's River and Lake Macquarie, in New South Wales.*

aux noms de lieux; chaque déclinaison compte de dix à onze cas (1), plus logiquement établis, ajoute M. Hale, que dans nos langues aryennes. Leurs verbes, comme les verbes latins, ont quatre conjugaisons; on les combine avec des adjectifs pour modifier leur signification, avec des pronoms pour indiquer les personnes ou les nombres. La racine comprend en général une ou deux syllabes et des suffixes qui remplacent les pronoms. Plusieurs noms enfin dérivent des verbes; ils aident par des affixes à la facilité et à la fécondité de l'expression. C'est un procédé que nous trouvons dans le sanscrit et dans le grec, à un degré moindre, dans le latin et dans l'allemand moderne.

La conclusion à tirer de ces faits est que nous commettons une grave erreur en regardant les langues parlées par les populations barbares, et ici notamment par les Australiens, comme pauvres, agglutinatives, ne comptant que peu de mots et de rares substantifs. C'est le contraire qui se trouve vrai; les recherches de M. Hale, les exemples qu'il donne ne peuvent, semble-t-il, laisser de doutes à cet égard (2).

Une conclusion plus importante encore pour la question qui nous occupe s'impose également. Assurément, les Australiens, tels que nous les connaissons et tels que nous les avons rapidement décrits, n'auraient pu composer, encore moins concevoir, une langue aussi riche, aussi logique que celle qu'ils possèdent. On ne peut donc voir en eux les représentants de populations primitives plongées dans la barbarie, et il faut forcément admettre qu'ils descendent d'ancêtres plus avancés, plus civilisés, et que

(1) Deux nominatifs, un génitif, deux datifs, un accusatif et quatre ou cinq ablatifs. Nous ne pouvons que renvoyer au savant travail de M. Hale, pour les exemples qu'il donne.

(2) Les conclusions de M. Hale sont, devons-nous ajouter, contestées. Le Rev. Dr Farrar voit, dans la richesse du langage de certaines races sauvages, l'impossibilité où sont ces hommes d'arriver à une idée abstraite. De là vient la nécessité pour eux d'une abondance de mots et de circonlocutions. La réponse de M. Hale, les exemples qu'il cite (*l. c.*, pp. 103, 104), réfutent amplement l'opinion du Dr Farrar.

si les conditions de leur vie avaient été moins dures, moins misérables, ils auraient non seulement maintenu le niveau de leurs pères, mais ils se seraient sans doute développés aussi rapidement que leurs congénères plus favorisés.

Quels étaient ces ancêtres? Il est difficile de le dire dans l'état actuel de nos connaissances. M. Hale les croit d'origine dravidienne (1), issus des peuples qui occupaient l'Hindoustan avant l'arrivée des Aryas, et qui comptent, aujourd'hui encore, plus de cinquante millions de représentants disséminés sur toute la péninsule hindoustanique (2). Sir Monnier Williams (3) les dit travailleurs, industrieux, d'un caractère très indépendant. Ils remplissent aux Indes de nombreux emplois domestiques, et toujours ils se montrent fidèles, dévoués, sobres, fils soumis et respectueux de la vieillesse. Quelques-uns de ces traits se retrouvent, aujourd'hui encore, chez les Australiens.

Les Dravidiens furent vaincus par les Aryas quinze cents ans environ avant notre ère. Au moment de cette invasion, ils étaient probablement supérieurs comme civilisation à leurs adversaires, mais moins belliqueux, moins bien préparés pour la lutte; leur défaite était donc inévitable. Si nous acceptons cette opinion de M. Hale, partagée par d'autres savants éminents, c'est de cette race comparativement élevée que seraient issus les sauvages habitants de l'Australie. Les Australiens, continue notre auteur (4), que

(1) Ces immigrants arrivèrent probablement par le golfe de Carpentaria et les côtes est de l'Australie. C'est sur ces points que le langage a conservé les formes dravidiennes les plus accusées. Rien, quant à présent, ne permet de fixer avec quelque certitude la date de ces immigrations.

(2) Nous citerons parmi eux les Telugus et les Tamils. Chacune de ces peuplades compte de quinze à seize millions de représentants. Robert Cust, *Languages of East India.*

(3) *Modern India and Indians.*

(4) Nous reproduisons les propres paroles de M. Hale; elles méritent d'être conservées (*l. c.*, pp. 101, 102): " Thus the Australians whom some to eager theorists have accepted as the best representatives of primeval man, prove to be the offspring of one of the most endowed races of Southern India.„

des théoriciens trop ardents regardent comme les représentants des races humaines les plus primitives, descendent au contraire d'une des races les mieux douées du sud de l'Hindoustan. Ils sont arrivés au point où nous les voyons sous l'empire de circonstances contre lesquelles aucune race, quels que fussent ses caractères élevés, n'aurait pu lutter sans succomber. L'état de barbarie dans lequel sont tombées de trop nombreuses populations n'implique aucune infériorité des facultés intellectuelles, mais seulement, si je puis m'exprimer ainsi, la suspension de ces facultés. Les écoles fondées dès 1846 par les Bénédictins espagnols, à 70 miles de Perth, la capitale du West Australia, en sont la meilleure preuve. Tous les rapports constatent les rapides progrès des jeunes indigènes confiés à leurs soins, et sur certains points même, leur supériorité sur leurs camarades de race blanche.

Nous avons déjà là une preuve que l'éducation peut régénérer une race ; nous allons maintenant montrer que, quel que soit l'état de barbarie, de dégradation, où une race est plongée, elle peut y échapper, progresser même très rapidement, dès qu'elle s'éloigne du milieu qui pèse si cruellement sur elle.

II

Les Tinneh (1), que les travaux du Père Petitot, longtemps missionnaire parmi eux, nous ont fait connaître, habitent, au nord de l'Amérique, la région qui s'étend de

(1) Leur nom véritable est *Dèné, Djindjiè.* Ils se divisent en quatre familles : les Chipewyans ou Athabascans (du 60° au 65° lat. N.), les Tacullies (du 52° 30′ au 56°), les Kutchens (vers le 65° lat. N. et du 130° au 150° long. W. de Greenwich), les Kenais enfin, qui occupent la péninsule dont ils portent le nom. Ces quatre groupes ou familles se subdivisent en tribus nombreuses. Bancroft, *The Native Races of the Pacific States.* — Gallatin, *Synopsis of the Indian Tribes.* — A. Pinart, *Bibl. de linguistique et d'ethnographie américaines.*

la baie d'Hudson à l'est; jusqu'à l'Alaska à l'ouest; triste pays de rochers et de marais aux eaux croupissantes, de lacs peu profonds et de cours d'eau dangereux. La végétation arrêtée par le froid est nulle, la stérilité perpétuelle. Quelques arbres rabougris se montrent seuls de loin en loin et ne peuvent égayer ce sombre paysage. Des animaux à la fourrure précieuse forment la faune. Le chasseur les poursuit dans l'espérance d'un gain souvent bien aléatoire; quand cette ressource manque, les habitants doivent se contenter des mousses ou des lichens qu'ils arrachent aux rochers. Ils errent sans organisation sociale, et quand le froid les contraint à s'arrêter ou quand la chasse les retient, ils élèvent rapidement quelques misérables huttes en branchages recouvertes de terre battue ou de peaux de bêtes. Les Dènné Djindjiè sont grands, minces, leurs fronts sont élevés et fuyants, les pommettes et les arcades sourcilières saillantes, les cheveux noirs et naturellement bouclés, les yeux foncés et brillants.

Les Chipewyans ont la peau plus foncée que les hommes des autres tribus; ils portent les cheveux longs; leurs joues et leurs fronts sont tatoués. Ils se couvrent de la peau des bêtes qu'ils tuent, après avoir eu soin d'en ôter le poil; ces vêtements sont cousus avec les nerfs des petits animaux et ornés de dents, de griffes, de plumes, trophées de chasses heureuses et de succès obtenus, ajoutons-le, à l'aide unique d'armes de pierre. Ils se marient sans cérémonie et se quittent de même. Tant que le mariage, si l'on peut l'appeler de ce nom, dure, le mari exerce sur sa femme l'autorité la plus despotique. A quelques exceptions près (1), ils n'enterrent point leurs morts et ils abandonnent les cadavres là où la mort les a surpris.

Les Kutchens paraissent moins barbares, moins sau-

(1) Les Nehannes, par exemple, brûlent leurs morts selon des rites assez compliqués; ils dispersent au loin les cendres, quand l'ustion est complète.

vages que leurs voisins. Leur laideur, leur saleté ne sont pas moins repoussantes. Leur teint est plus clair, leur barbe est moins fournie, et le système pileux moins développé.

Chez les Tinnehs, tous les crimes se compensent; pour le meurtre d'un homme, on doit donner quarante peaux de castor, ou bien deux fusils et quatre couvertures. Le vol, si commun chez les Polynésiens, est peu fréquent et reste toujours impuni. La femme adultère pouvait être tuée par son mari ou par les parents de celui-ci; mais rarement la peine était aussi sévère, même chez les Chipewyans. Le caractère des Tinneh est égoïste, orgueilleux, dur pour les vieillards, les femmes, les malades, qu'ils regardent comme autant de bouches inutiles, d'une indulgence au contraire excessive pour les enfants qui grandissent sans aucun autre contrôle que leur propre volonté. Comme tant de sauvages, ils sont poltrons, menteurs, paresseux; en revanche ils sont sobres, peu vindicatifs, généreux à l'occasion. Ils ne manquent pas d'intelligence, mais cette intelligence, suivant une pittoresque expression du Père Petitot, est dans les langes.

Il est toujours très difficile, souvent même impossible à un étranger, quelque long qu'ait été son séjour, de connaître les impressions religieuses des sauvages. Ils ne livrent pas volontiers leurs pensées intimes à des hommes qu'au fond de leurs cœurs ils considèrent comme leurs ennemis. Aussi est-ce avec une grande réserve que nous abordons ce sujet. Les Tinneh, dit-on, ne croient pas à un Être suprême ni à une autre vie, avec les récompenses et les peines qui doivent l'accompagner. Ils croient seulement à des esprits qui habitent le ciel, la terre et les eaux, mais qui n'ont jamais vécu de la vie humaine. Les shamans ou sorciers jouent un grand rôle parmi eux. Ils forment, à vrai dire, le seul gouvernement des Tinneh; les tribus ont bien des chefs élus, mais ces chefs n'ont aucune espèce d'autorité.

Leurs conceptions de la création sont des plus étranges.

Le globe était un immense océan, sur lequel planait un oiseau aux dimensions colossales. Le battement de ses ailes produisait le tonnerre, les éclairs jaillissaient de ses yeux. Il toucha les eaux de la mer, la terre parut; il toucha la terre, tous les êtres naquirent, à la seule exception des Tinneh dont l'origine est plus mystérieuse encore. Un chien est leur grand-père. Une femme vivait au fond d'une grotte sur le bord de la mer; elle était seule au monde et se nourrissait des fruits sauvages et des graines qu'elle parvenait à ramasser. Elle rentrait un jour, après sa promenade habituelle; un grand chien la suivit; arrivé avec elle dans sa caverne, il se changea en un jeune homme beau et vigoureux. C'est de ce couple que tous les Tinneh se disent descendus (1).

Nous avons rapidement résumé ce qu'il est possible de savoir des Tinneh; il nous reste à parler de leur langage et nous avons hâte d'y arriver, car il nous fournit des rénseignements précieux.

Le langage des Tinneh est non moins avancé que celui des Australiens. Les racines, comme dans le sanscrit, sont monosyllabiques, et leur signification est en général abstraite.

Un affixe ajoute à la force de l'expression, en change même quelquefois le sens: ainsi *thay* signifie sable, poussière, *dedhay* (2) sel, *ni* ou *ne* ou mieux *nni* ou *nne* (3) terre, *tinnè* ou *dennè* homme, le maître de la terre. On trouve dans leur vocabulaire le verbe *être* avec des modes et des temps nombreux. Les verbes qui expriment la pensée, la volonté, la passion, la souffrance, sont répartis en huit conjugaisons différentes, et chaque conjugaison a une forme spéciale pour le présent, le passé et le futur.

Il n'est guère possible de donner, ici, même un aperçu

(1) Bancroft, *l. c.*, t. III.
(2) *Dh* se prononce comme *th*.
(3) On double les consonnes dans les monosyllabes.

succinct de cette langue (1). Sa richesse se montre non seulement dans sa forme, mais encore dans les idées que les mots expriment, et il est assurément permis d'appliquer aux Tinneh ce que Max Muller disait des Iroquois : « The people who fashioned such a speech, must have been powerful reasoners and accurate classifiers ». A notre tour, nous avons le droit de conclure que les Tinneh, absolument incapables de former un langage aussi riche, descendent comme les Australiens d'une race plus civilisée, et que, comme ces derniers, le milieu dans lequel ils doivent vivre les a forcément amenés à la barbarie et à la dégradation. Et cela est si vrai que Lyell reconnaît qu'avec les données actuelles de la science, rien ne permet d'affirmer que les races que nous appelons inférieures ont toujours chronologiquement précédé les races plus élevées.

Est-il possible à ces hommes d'échapper à la barbarie qui les étreint et de revenir à l'état comparativement plus avancé de leurs ancêtres? Ici, heureusement, nous ne sommes plus réduits aux conjectures, et nous possédons des preuves irrécusables. Des rameaux sortis des Tinneh sont descendus vers le sud; on a pu suivre les traces de leurs migrations à travers la Colombie anglaise et les États de Washington et d'Orégon, qui font partie de la grande république américaine, jusqu'aux riches vallées de la Californie du Nord. Là, les Hupa ou Hoopa, c'est le nom qu'ils prirent, s'arrêtèrent; c'est là que leurs descendants vivent encore aujourd'hui, et M. Stephen Powers (2) les dit, après les Karoks, la plus belle race de toute la région (3). Ils surpassent même ces derniers par l'influence

(1) Le berceau de la langue tinneh serait, selon Bancroft, la Colombie anglaise (*l. c.*, t. III, pp. 557-8, 583). On retrouve les dialectes qui en sont issus jusque dans le Sonora, jusque dans le Mexique. Mais la question est de savoir si ces dialectes ne viennent pas plutôt de l'influence exercée par les Tinneh dans leur migration vers le sud.

(2) *Contributions to North American Ethnology.*

(3) Il est juste de dire que les Indiens des côtes du Pacifique sont très inférieurs en civilisation aux Indiens qui vivent sur les côtes de l'Atlantique.

considérable qu'ils ont su obtenir sur tous les Indiens qui vivent autour d'eux. « Ce sont les Romains de la Californie, ajoute-t-il, par la domination qu'ils exercent sur les tribus établies dans le pays bien avant leur arrivée ; les Français, par la facilité avec laquelle leur langue, qu'ils ont imposée partout, s'est propagée à des distances considérables. » Toutes les peuplades voisines, en effet, se sont soumises aux Hupa, elles leur paient un tribut annuel et elles ont adopté le langage de leurs vainqueurs, à tel point que leur langue primitive est tombée dans un oubli si complet que les linguistes en retrouvent à grand' peine quelques traces. La supériorité des Hupa se montre aussi dans la facilité avec laquelle ils s'adaptèrent à la civilisation et aux usages des peuples qu'ils avaient soumis, et dont ils reconnurent rapidement les avantages. Les descendants des sauvages Tinneh apprirent à construire des barques, à se servir de coquilles, monnaie courante des Californiens, mais bien étrangère assurément à leurs ancêtres, à élever des maisons hautes et commodes où vivait un certain nombre de familles, en état de communisme, selon Morgan (1), cultivant ensemble et consommant ensemble les récoltes dues au travail commun.

Les Navajos sortis des Hupa étaient établis au Nouveau-Mexique, dans le pays compris entre le San Juan au nord et les pueblos des Zuni au sud, quand, en 1547, les Espagnols envahirent ces régions, et ils comptent à bon droit parmi les Indiens les plus civilisés. Ils s'appellent eux-mêmes *Tennai* on *Tenuai* (hommes), en souvenir de la race dont ils sont issus, et le nom qu'ils portent leur vient, il est à peine besoin de l'ajouter, des Conquistadores (2). Les explorateurs les disent grands, bien faits, d'une puissance musculaire remarquable. Ils ont

(1) *Houses and House Life of the American Aborigines.*

(2) Bancroft, *l. c.*, t. I, p. 475. — D'après le recensement officiel de 1889, les Navajos étaient au nombre de 21 000; vingt ans auparavant, ils n'étaient que 13 000, et en 1888, la dernière année publiée, les naissances étaient chez eux de 1400, les décès de 700 seulement.

en général le visage large, le front élevé, les yeux grands et foncés, la vue perçante, les cheveux noirs et raides, la barbe fournie. Des nomades sont devenus des cultivateurs patients et laborieux ; ils irriguent leurs champs au moyen de canaux *(acequias)* qui en assurent la fertilité. Ils produisent du maïs, des citrouilles, des melons, des fruits, des légumes de toute sorte, du blé même, et ils savent, quand cela peut leur être avantageux, préparer le beurre et le fromage. Les bestiaux ne leur font pas défaut ; ils élèvent des vaches, des moutons, des chevaux, des mules, et au dernier recensement ordonné par le gouvernement américain, ils possédaient 250 000 chevaux, 700 000 moutons (1) et 200 000 chèvres (2). Ils sont non moins habiles en industrie qu'en agriculture : les objets en argent repoussé, les couvertures, qu'ils fabriquaient dès le XVIe siècle, sont célèbres dans toute l'Amérique (3). Ce sont les femmes qui tissent ces couvertures à l'aide de métiers des plus primitifs. Les couleurs dont elles les teignent sont le rouge, le bleu, le noir et le jaune, toutes extraites de végétaux cultivés pour cet usage. Ils fabriquent aussi le drap grossier dont ils se servent pour leurs vêtements, des poteries et des paniers, ils tannent le cuir, et à l'imitation de leurs voisins, ils produisent des selles mexicaines et des brides fort dures pour la bouche des chevaux (4).

Les Navajos sont braves, hospitaliers, nullement cruels, comme les Apaches sortis de la même souche qu'eux, qui

(1) L'usage veut que la laine des moutons appartienne exclusivement aux femmes. Elles doivent compter parmi les plus riches matrones des États-Unis, ajoute naïvement, dans son rapport officiel, l'agent auquel nous empruntons la plupart de ces détails.

(2) *Scenes in the Rocky Mountains.* — " Immense number of horses and mules attesting the wealth of the tribe. „ Ives, *Colorado River*, pp. 128, 130.

(3) Washington Mathews, *The Navajo Weavers*, — *The Navajo Silversmiths*. Report Bureau of Ethnology, t. II et III. — " The Navajo blankets are a wonder of patient workmanship and for warmth and durability unequaled. They often sell as high as eighty, a hundred or a hundred and fifty dollars. „ Walker, *Indian Affairs Report*, 1872, p. 53.

(4) Colyer, *Indian Affairs Report*, 1869. — *Smithsonian Report*, 1885, p. 292.

font rarement grâce de la vie à l'ennemi vaincu (1). A l'exemple de leurs ancêtres, ils n'ont aucune espèce de gouvernement ; nul chef n'a d'autorité. Malgré cette absence de gouvernement, qui paraît étrange à nos yeux européens, les crimes sont rares et la propriété est toujours scrupuleusement respectée (2).

Ils se marient entre eux et l'endogamie paraît une règle constante (3). Le mariage se conclut sans aucune cérémonie. Le jeune homme se rend chez le père de celle qu'il désire épouser, il lui expose le but de sa visite et lui offre en retour de la jeune fille un certain nombre de chevaux. Ce nombre varie ; il peut s'élever jusqu'à douze ou quinze, mais c'est là, nous dit-on (4), un prix exorbitant, qui n'est donné que pour une jeune vierge accomplie dans les divers travaux utiles à la communauté. Le prix débattu, le mariage, j'allais écrire le marché conclu, les deux jeunes gens s'assoient à côté l'un de l'autre et mangent au même plat ; puis le mari enlève sa femme par la force, si cela est nécessaire. Mais le cas est fort rare, car l'autorité du père de famille est despotique et nul ne pense à y résister. La polygamie est permise, et plus un homme possède de chevaux, plus il peut acheter de femmes. La dernière femme qu'il épouse devient la maîtresse de la maison. Malgré ou plutôt à cause de ce triste usage, il est rare que dans une famille il y ait plus de trois ou quatre enfants, et les femmes sont stériles de bonne heure.

Nous venons de voir que les Navajos, comme les Tinneh leurs ancêtres, ne reconnaissent d'autre autorité que celle du chef de la famille ; sur un autre point, ils offrent, au contraire, un progrès incontestable. Chez ces derniers, les

(1) Cremony, *Life among the Apaches*. San Francisco, 1868, pp. 250, 297.

(2) Letherman. *Sketch of the Navajo Tribe of Indians*. Smiths. Report, 1855.

(3) L'endogamie se dit des mariages dans la tribu même, l'exogamie, au contraire, des mariages conclus en dehors de la tribu.

(4) Schoolcraft, *Archives of Aboriginal Knowledge*, t. IV, p. 214

femmes sont condamnées au plus misérable esclavage ; ce sont de véritables bêtes de somme, contraintes au travail le plus dur. Chez les Navajos, elles sont traitées avec douceur et bienveillance ; elles restent les maîtresses du logis, conservent la propriété de ce qu'elles ont apporté ou de ce qu'elles peuvent gagner et, à leur mort, leur succession, par une disposition que l'on rencontre assez fréquemment surtout dans les pays musulmans, au lieu de passer à leurs enfants, revient à leurs neveux dans la ligne maternelle (1). La femme enfin est libre de quitter son mari pour des raisons dont elle paraît être seule juge (2).

Une curieuse légende, qui mérite d'être rapportée, explique la raison de cette différence dans le traitement des femmes chez les Tinneh du nord et les Tinneh du sud. Un jour, les femmes de ces derniers, lasses des brutalités auxquelles elles étaient soumises, se mirent en grève, quittèrent leurs foyers, traversèrent la rivière et s'établirent sur l'autre rive. Pendant quatre ans, les deux sexes vécurent séparés ; au bout de ce temps, les femmes, ne pouvant plus tenir à leur solitude, supplièrent leurs maris de les reprendre. Les hommes hésitaient et délibéraient entre eux, lorsque trois ou quatre femmes, plus ardentes ou plus pressées que les autres, s'efforcèrent de traverser la rivière à la nage, et se noyèrent dans la tentative. Leur dévouement trancha la question : les hommes cédèrent et, depuis ce moment, ils traitèrent leurs femmes comme leurs égales.

Une autre légende montre la puissance de l'imagination humaine ; nous ne pouvons dire à quelle époque elle remonte. Le feu se trouvait à une assez grande distance du pays des Navajos ; ils ne parvenaient pas à l'obtenir. Le coyotte, la chauve-souris et l'écureuil se réunirent pour le leur procurer. Le coyotte attacha à sa queue de grandes branches

(1) Möllhausen, *Reise in die Felsengebirge Nord Amerikas*. Leipzig, 1861.
(2) Schoolcraft, *History, Conditions and Prospects of the Indian Tribes of the U. S.*, t. IV, p. 214.

de pin couvertes de résine; il traversa rapidement les flammes, et quand le bois fut allumé, il partit de toute sa vitesse pour rejoindre ses amis. D'autres animaux le poursuivirent; ils allaient l'atteindre, lorsque la chauve-souris vint à son secours, saisit les branches et voltigeant de çà et de là, elle approcha du but que l'écureuil finit par atteindre. Grâcé à ce concours, les Navajos eurent du feu.

Les idées religieuses des Navajos nous sont un peu mieux connues que celles des Tinneh. Ils reconnaissent un dieu bon, Waillahay, et un dieu méchant, Chinday, qui ne cherche qu'à nuire aux hommes. Tous les deux sont adorés, l'un pour sa bonté, l'autre pour détourner le mal qu'il pourrait faire; et le dieu méchant, telle est la faiblesse humaine, obtient probablement plus de sacrifices et de prières que le dieu bon. Ils croient aussi à une autre vie dans des régions souterraines, où tout leur sera donné en abondance (1). Comme tous les Indiens, ils redoutent vivement les sorciers; de là, sans doute, la crainte superstitieuse qui les empêche d'approcher ou même de regarder un mort. Des hommes spéciaux sont chargés de l'inhumation et, après l'avoir accomplie, ils doivent se purifier selon des règles prescrites, avant d'avoir des rapports avec leurs voisins.

Outre les nombreuses légendes dont nous venons de donner quelques exemples, les Navajos possèdent des chants funéraires et religieux qui reposent presque toujours sur des faits historiques ou mythologiques. La prière d'un shaman a été reproduite dans une revue scientifique américaine (2). Elle rappelle par certains côtés, et cette analogie est curieuse, la déesse Ishtar descendant dans l'Hadès pour retrouver son amant Thammur qu'elle avait perdu (3). Ce dernier récit, conservé sur les briques assy-

(1) *Indian Affairs Report*, 1867, p. 350. — Schoolcraft, *Archives of Aboriginal Knowledge*, t. III, p. 218.

(2) *American Anthropologist*, April 1888.

(3) Rawlinson, *Religions of the Ancient World*.

riennes, est très inférieur, comme composition et comme poésie, dit M. Hale, au récit du shaman navajo.

Il serait facile de poursuivre cette étude sur d'autres races barbares ; partout nous rencontrerions des faits qui les rattachent à des races plus civilisées. Nous sommes en droit de conclure que les sauvages n'offrent ni physiquement ni intellectuellement aucun rapport avec l'animalité ; ils ne peuvent servir d'échelon pour relier l'homme à l'animal, fût-il même un anthropopithèque quelconque. Telle est également la conclusion de M. Hale (1) : « Le philologue, dit-il, découvre dans les langues australiennes ou fuégiennes la preuve d'une capacité mentale qui, dans d'autres circonstances, aurait placé ceux qui les parlent dans une condition bien supérieure à leur condition actuelle. » La tâche de l'historien futur, a-t-on dit avec raison (2), sera de montrer par quelles catastrophes les peuples réduits aujourd'hui à l'état sauvage ont été violemment séparés du monde, et comment, par suite de la dispersion ou de l'isolement où ils vivent, ils sont déchus de la civilisation primitive, pour tomber dans leur état actuel. Mais en écrivant cette douloureuse histoire, ajouterai-je à mon tour, il ne faut jamais oublier que l'humanité vient de loin et que l'historien s'arrête bien vite.

Mis DE NADAILLAC.

(1) *Loc. cit.*, p. 108.
(2) Abbé Thomas, *De la condition primitive du genre humain.* CORRESPONDANT, 1885.

LES VOYAGES D'EXPLORATION

SUR

L'INLANDSIS DU GROENLAND

Parmi les problèmes géographiques demeurés longtemps obscurs et dont la solution s'est découverte au cours de ces dernières années, un des plus intéressants est celui du Groenland intérieur. L'existence de cette vaste péninsule, qui s'avance comme un coin entre l'océan Atlantique à l'est et la mer de Baffin à l'ouest, est connue des Européens depuis le xe siècle. Les côtes en ont été découvertes et colonisées dès le temps d'Érik le Rouge et de ces hardis navigateurs scandinaves dont l'histoire est merveilleuse à l'égal de bien des légendes, cinq cents ans par conséquent avant toutes les autres terres américaines, et cependant c'est la dernière qui soit demeurée vierge de toute exploration, jusqu'aux récents voyages de Nordenskiöld et de M. Nansen.

Sur la côte occidentale sont établies des colonies danoises, vieilles déjà de plusieurs siècles, en relations continuelles avec la mère-patrie et visitées chaque année par de nombreux bâtiments.

Ces colonies elles-mêmes avaient été précédées sur ces rivages par les établissements des Normands, qui florissaient au XIIIe siècle, époque où l'on y comptait 280 villages ou hameaux, 15 églises et une cathédrale dépendant du diocèse de Brême. Ce pays était si bien rattaché à l'Europe qu'il s'est associé au mouvement des croisades, et les chroniques du temps mentionnent l'obole offerte par les lointaines colonies normandes pour la grande œuvre commune des peuples chrétiens. Voilà donc beau temps qu'il est annexé au monde de la civilisation.

Un coup d'œil jeté sur la carte permet de voir que cette côte occidentale, d'une complexité rare de contexture, hérissée de promontoires, découpée en fjords étroits, sinueux, aux ramifications innombrables, est aujourd'hui connue jusqu'aux détails et qu'on a pu en retracer les moindres indentations. N'est-il pas étonnant de voir, à quelques pas de ces parages si bien étudiés, s'étendre une immense contrée inconnue, si hermétiquement close à toute investigation que, même sur les anciennes cartes, si prodigues pourtant de suppositions, l'espace blanc qui la représente ne contient pas une indication.

La cause de cette ignorance prolongée résidait dans la présence, à l'intérieur du Groenland, d'un gigantesque glacier qui paraît l'occuper dans toute son étendue. Partout, à des distances diverses, mais nulle part supérieures à 150 kilomètres, le voyageur qui, partant de la côte, s'aventure dans la profondeur du continent, se heurte aux murailles de ce glacier prodigieux, emplissant les vallées, recouvrant les montagnes, submergeant toute la contrée sous une masse uniforme de neige durcie et cristallisée. A cet océan de glace, les colons danois ont donné le nom d' « *Inlandsis* », adopté maintenant par tous les géographes.

On s'imagine aisément quels obstacles multipliés arrêtent l'explorateur sur cette surface glacée, labourée de crevasses, percée de gouffres, couverte dix mois de l'année

de plusieurs pieds de neige, étrangement bosselée et ravinée sur tout son pourtour. Il y a quelques années, nul voyageur n'avait encore réussi à en dépasser les bords de plus de quelques lieues, et cette immense contrée, de 900 kilomètres dans sa plus grande largeur, d'une longueur inconnue, mais qui dépasse 2500 kilomètres, vaste quatre fois comme la France, était demeurée un mystère impénétrable. Qu'y avait-il par delà ces falaises blanches qui partout barraient la route de l'intérieur, enceinte formidable édifiée par la nature pour en défendre l'accès? L'Inlandsis s'étendait-elle sans solution de continuité d'un littoral à l'autre de la péninsule, pour ne faire du Groenland central, dans toute son étendue, qu'une immense solitude glacée? Celui-ci présentait-il, au contraire, une plaine basse, débarrassée de glaces et de neiges, et qui, défendue des vents humides par la ceinture de montagnes bordant toutes les côtes connues du pays, jouissait d'un climat plus tempéré, se parait d'une végétation plus riche que les régions parcourues jusqu'alors?

Nordenskiöld inclinait à partager cette seconde manière de voir. Il l'appuyait principalement sur des considérations tirées des lois du « *foehn* », c'est-à-dire du vent qui, après avoir traversé une chaîne de montagnes, redescend dans une plaine plus basse. Sous toutes les latitudes, pareil vent devient sec et relativement chaud. Soumis à son influence, le climat du Groenland central ne devait pas être assez humide pour alimenter une mer de glace ininterrompue.

Voici comment le célèbre navigateur suédois exposait lui-même ses autres raisons dans son plan de voyage écrit avant l'expédition de 1883 : « On ne peut affirmer d'avance que l'intérieur du Goenland forme une *toundra* (1) aride. En Sibérie, n'existe-t-il pas des bois composés d'arbres gigantesques dans des régions dont le climat est beaucoup

(1) Plaine stérile et déboisée bordant les côtes de l'océan Glacial. Les *toundras* ont une grande étendue, principalement en Sibérie.

plus rigoureux que celui qui règne probablement dans le centre du Groenland? Du reste, le célèbre botaniste Hooker a prétendu, en se basant sur l'étude de la distribution des plantes au Groenland, que le nom de *Groenland* (1) pourrait être justifié par l'aspect de l'intérieur de la presqu'île. Les indigènes, voyant de nombreux troupeaux de rennes se diriger de la côte occidentale vers l'est, à travers l'Inlandsis, croient également à l'existence d'un « pays vert » situé au centre du Groenland. Suivant toute vraisemblance, ce « pays vert » doit être un désert dont la flore n'est guère plus riche que celle de la région côtière. En tout cas, que le centre du Groenland soit couvert de forêts comme les régions de la Sibérie voisines du pôle du froid, ou qu'il soit une stérile toundra ou un désert de glace, il est du plus haut intérêt de connaître son véritable aspect, et actuellement aucune expédition arctique ne peut avoir un but plus important que l'étude de cette partie du Groenland. »

I

PREMIÈRES TENTATIVES D'EXPLORATION DE L'INLANDSIS.

Il n'est pas sans intérêt, avant de parler des voyages de Nordenskiöld en 1883 et de M. Nansen en 1888, de rappeler les principales tentatives antérieures pour pénétrer le mystère de l'Inlandsis.

Le premier projet de traverser le champ de glace dont le souvenir se soit conservé remonte à l'année 1728. Il émanait du gouvernement danois, qui expédia à grands frais, pour son exécution, onze chevaux au Groenland où l'on n'en avait jamais vu. Un lieutenant, plusieurs sous-officiers, des artificiers et vingt-cinq soldats devaient accompagner le gouverneur Claus Enevold Paars, chargé d'atteindre à travers l'Inlandsis et au besoin de conquérir

(1) Le mot *Groenland* signifie « pays vert. »

la côte orientale, réputée à cette époque inaccessible par mer. La plupart des membres de l'expédition emmenaient avec eux leurs femmes et leurs enfants.

La composition et l'équipement de cette petite armée font assez connaître jusqu'à quel point étaient ignorées alors la nature et l'étendue des difficultés d'un voyage sur l'Inlandsis. Tous les chevaux périrent bientôt faute de soins, et les soldats, recrutés peut-être dans les bagnes du Danemark, manifestèrent de telles habitudes de dépravation que, devant les protestations des indigènes, il fallut les rapatrier avant même de les avoir mis en campagne.

En 1751, un négociant danois, Lars Dalager, tenta avec plus de succès de visiter le glacier. Il nous a laissé de son excursion un récit charmant de pittoresque et de naïve bonhomie, où nous lisons qu'il s'était fait suivre de trois jeunes Groenlandais, d'un quatrième plus âgé, accompagné de sa fille, et qui prétendait avoir aperçu du sommet d'une haute montagne des rochers situés sur la côte orientale. Ce dernier servait de guide à la caravane. Chacun des hommes emportait un sac de provisions, des couvertures pour s'envelopper la nuit, sur sa tête une *kayak* (1), enfin un fusil, des munitions et un bâton. Le guide portait en outre sa fille sur son dos, ce qui, ajoute consciencieusement le narrateur, constituait pour lui une lourde charge.

Ainsi équipée, la petite troupe, humble avant-garde de tant d'autres expéditions, escalada les rampes de l'Inlandsis et parvint après deux jours de marche, pendant lesquels elle ne put faire que quelques milles, tant le terrain était tourmenté et fissuré, jusqu'à l'*Omertlok*, une de ces montagnes dépouillées de neige qui surgissent isolées du milieu des glaces comme une île de l'océan, et auxquelles on a donné au Groenland le nom de *nunatak*. Lars Dalager et ses compagnons gravirent la montagne et purent du sommet contempler un panorama grandiose. Le

(1) Embarcation groenlandaise faite de peaux tendues sur une carcasse en bois.

glacier, qui leur parut uni comme une mer, s'étendait à perte de vue vers l'est, dominé çà et là par des croupes noirâtres et des pics dans lesquels le vaillant excursionniste crut reconnaître des rochers du littoral atlantique, mais qui n'étaient bien certainement que d'autres *nunataks* pareils à celui sur lequel il se trouvait.

Il eût désiré poursuivre son voyage un jour encore, mais l'état lamentable de ses chaussures, qui laissaient ses doigts de pied à découvert, le contraignit de rebrousser chemin. En deux jours, les cailloux des moraines frontales et les arêtes vives de la glace étaient venues à bout de deux bonnes paires de bottes neuves qu'il avait emportées. « Dans la matinée du 8 septembre, raconte Dalager en terminant son récit, nous arrivâmes au campement. Je laisse à penser avec quelle volupté je bus une bouteille entière de porto. Le lendemain je dormis jusqu'à midi. »

Après ce voyage, en son temps passé presque inaperçu, plus d'un siècle s'écoula sans que fût tentée aucune exploration nouvelle. Parfois quelque chasseur de rennes osait s'aventurer à la poursuite du gibier sur les premières pentes de l'Inlandsis, mais la traversée de cet océan de glace ne paraissait pas aux indigènes une entreprise moins téméraire que la traversée de l'Atlantique aux contemporains de Christophe Colomb.

Pour la première fois après Dalager, le 23 octobre 1860, le célèbre navigateur américain J.-J. Hayes, dont le navire était alors mouillé au port Foulke, sur les bords du détroit de Smith, pénétra sur les névés de l'intérieur à la tête d'une caravane de cinq hommes. Il eut à supporter des froids épouvantables, puis, après trois jours, une tempête de neige le força de s'arrêter.

Quelques années plus tard, un alpiniste fameux, Edw. Whymper, voulut mettre à l'épreuve ses talents de grimpeur sur le géant des glaciers du monde. Par malheur, une vraie série noire de contretemps fit échouer son entre-

prise. L'été particulièrement chaud cette année-là avait partout fait fondre la neige à la surface de l'Inlandsis, mis à vif les arêtes saillantes de la glace, élargi les crevasses et grossi les torrents. Le halage des traîneaux coûtait des peines infinies sur ce terrain semé d'obstacles et dont l'aspect, au dire de l'explorateur, rappelait celui de la mer de glace de Chamounix à la fin de l'été. Dès le second jour, deux des traîneaux étaient hors de service. Les Esquimaux de l'escorte découragés refusant d'aller plus loin, Whymper battit en retraite.

Le premier voyage vraiment important par ses résultats scientifiques, et qui marque le point de départ de l'exploration méthodique du Groenland intérieur, fut celui que Nordenskiöld, accompagné du docteur Berggren, entreprit en 1870. Le but des deux voyageurs n'était pas de traverser la péninsule d'un rivage à l'autre, mais seulement de faire une excursion sur le champ de glace pour se rendre un compte exact des difficultés qu'il opposerait à une expédition plus importante.

Ils s'avancèrent par le fjord d'Aulaitsivik, golfe profond situé par 68° de latitude, jusqu'au pied de l'Inlandsis. Dans cette région, elle se terminait tantôt par des falaises verticales de plusieurs centaines de mètres, tantôt par des escarpements abrupts, inclinés sous un angle qui n'en permettait pas l'escalade. Celle-ci ne put se faire que par une étroite crevasse, découverte après de longues recherches, et dont les parois gravies à l'aide d'une corde donnèrent enfin accès au plateau glacé. Parvenus là, Nordenskiöld, Berggren et leurs compagnons durent traverser un véritable labyrinthe de monticules de glace qui hérissaient la surface. Ces protubérances figuraient des cônes de dix à douze mètres de hauteur; l'inclinaison de leurs faces était de vingt à vingt-cinq degrés.

Le cheminement de la caravane au milieu de ce dédale n'était pas chose aisée, et la descente de ces monticules, où il fallait retenir les traîneaux avec mille précautions

pour les empêcher de choir brusquement en bas et de s'y briser, ne demandait pas des efforts moindres que la montée.

Plus loin, l'Inlandsis se trouva moins tourmentée, mais elle était sillonnée de crevasses qu'il fallait sauter, opération difficile et périlleuse. Les nombreuses rivières produites par la fusion de la couche de neige meuble et qui s'étaient creusées de profondes coulières, aux parois droites, taillées à pic dans la glace, polies comme du marbre et transparentes comme du cristal, étaient une autre source de difficultés et de retards. Quand la rivière était guéable, on en était quitte pour un bain froid ; mais quand elle était trop profonde ou trop rapide pour qu'il fût possible de la traverser, il fallait la tourner, opération qui s'accomplissait en descendant le cours du torrent jusqu'à ce que toute la masse d'eau rencontrant une crevasse s'y précipitât avec un grand fracas pour disparaître dans les entrailles de l'Inlandsis. Nordenskiöld fut ainsi plusieurs fois témoin du saisissant spectacle de ces cours d'eau, considérables parfois, se précipitant d'un seul jet en des gouffres béants et noirs, aux profondeurs insondables pour l'œil, mais dont les parois verticales se coloraient vers l'orifice des plus délicieuses nuances de l'azur. Des nuages de vapeurs, constitués par les eaux volatilisées dans la chute, s'élevaient par-dessus en colonne tremblante et signalaient au loin l'endroit précis où venait finir le cours de ces torrents éphémères.

Lors de leur retour à la côte, l'attention des voyageurs fut attirée par une colonne de ce genre, mais beaucoup plus dense que celles qu'ils avaient aperçues jusqu'alors, et qui disparaissait puis repassait à intervalles réguliers. Quand ils furent arrivés dans son voisinage, ils constatèrent avec surprise que c'était un jet d'eau intermittent, jaillissant d'un trou percé dans les glaces et semblable, pour l'apparence, aux geysers de l'Islande et du Parc National des États-Unis. Était-ce vraiment un geyser?

C'est ce que Nordenskiöld ne put éclaircir. Dans la relation de son second voyage en 1883 (1), il attribue « le jaillissement de cette colonne d'eau à des cascades voisines », sans exprimer plus explicitement ce qu'il entend par là.

« Pendant toute la durée de notre excursion sur l'Inlandsis, écrit-il dans la relation de son premier voyage, le temps fut clair; à divers moments, pas un nuage ne tachait l'azur du ciel. Pour des gens chaudement vêtus comme nous l'étions, la chaleur était très sensible. A l'ombre, près de la glace, le thermomètre ne s'élevait guère au-dessus de zéro; placé à une certaine hauteur, il marquait + 7° à + 8°, et au soleil il oscillait de + 25° à + 30° C. Les nuits étaient très froides; immédiatement après le coucher du soleil, les flaques d'eau éparses sur la glace gelaient. Nous n'avions pas de tente, et pour quatre hommes nous ne possédions que deux sacs de couchage. Dans ces sacs ouverts à chaque extrémité, deux personnes pouvaient se coucher bout à bout. Reposant directement sur la surface inégale du glacier, ce lit n'était rien moins que confortable; après quelques heures de sommeil, on était réveillé par des douleurs dans les membres ankylosés; et comme un simple prélart isolait le sac de la glace, le matelas était toujours très froid. »

Le point extrême atteint en quatre étapes par l'expédition de 1870 est situé à 56 kilomètres à l'est du bras septentrional du fjord d'Aulaitsivik, par 68° 20′ de latitude nord et à 638 mètres d'altitude. Du sommet d'une petite éminence, Nordenskiöld et Berggren constatèrent que l'Inlandsis, en exhaussement presque continu depuis la lisière, continuait de se relever au levant par une pente sensible. Elle bornait la vue à une distance impossible à déterminer, mais qui ne pouvait être bien longue. La ligne de l'horizon était nette et droite comme celle d'un

(1) V. *La Seconde expédition suédoise au Groenland*, traduite par Ch. Rabot, p. 197. Paris. Hachette.

horizon marin. Nulle montagne ne s'apercevait dans cette direction, et aucun nunatak dépouillé de neige ne tranchait en teintes foncées sur l'immense étendue blanche.

Entre les deux voyages de Nordenskiöld en 1870 et 1883 se place une très intéressante expédition entreprise en 1878 par MM. Jensen, Kornerup et Groth, accompagnés d'un Esquimau nommé Habakuk, dans la vue d'atteindre un groupe de nunataks situés dans la partie méridionale du Groenland, sous le 62 3/4 parallèle, à 73 kilomètres de la mer, mais qui s'aperçoivent des montagnes côtières. De la cime de ces pics, formant sur le glacier une saillie qui paraissait considérable, la vue, pensaient ces messieurs, s'étendant peut-être par-dessus la ligne de faîte de l'Inlandsis jusqu'à la côte orientale, permettrait de découvrir le secret du Groenland intérieur.

Ils abordèrent le champ de glace par le grand bras connu sous le nom de glacier de *Frederikshaab*, qui s'avance bien au delà du périmètre normal de l'Inlandsis jusque dans le voisinage tout prochain de la mer. Ce formidable glacier, comprimé entre deux chaînes de montagnes, entravé dans sa marche par les pics qui surgissent de son lit et le perforent dans toute son épaisseur pour s'élever par-dessus en nunataks, animé pourtant de la puissance d'impulsion communiquée par la masse effroyable de l'océan de glace qui le presse en arrière, présente une surface dont les chaotiques bouleversements défient toute description. C'est un fleuve gigantesque tout à coup resserré entre de hautes rives, s'écoulant en cataractes sur un lit semé d'écueils, hérissé de rocs anguleux, et dont les remous, les tourbillons, les vagues jaillissantes, les bouillonnements écumeux se seraient solidifiés soudain.

De toutes les explorations poursuivies sur le champ de glace, celle de MM. Jensen et Kornerup fut peut-être la plus rude. Dans certains endroits, les crevasses étaient si rapprochées que les arêtes séparatives sur lesquelles il fallait cheminer offraient tout juste la place suffisante

pour le passage des traîneaux. En suivre pas à pas les capricieuses sinuosités, en monter et en redescendre les innombrables gibbosités, était un travail hardi autant que pénible et dangereux, et quand un des véhicules glissait dans le gouffre, ce qui arriva plus d'une fois, l'homme qui le halait n'avait d'autre ressource que de se jeter prestement à plat ventre pour ne pas être entraîné à sa suite. « Si la crevasse qui s'ouvrait devant nous, dit Jensen dans sa relation, pouvait être sautée d'un bond, un de nous la traversait d'abord, pendant qu'un camarade maintenait le traîneau; après quoi le premier tirait vigoureusement à lui le véhicule. L'opération n'était pas sans dangers. Quelquefois le traîneau, n'étant pas lancé avec une vitesse suffisante, tombait dans la crevasse; d'autres fois, au contraire, animé d'une trop vive impulsion, il allait rouler dans une crevasse située au delà. En pareille circonstance, nous devions prendre des précautions minutieuses pour ne pas glisser dans le gouffre et pour ne pas perdre nos bagages! »

Dans d'autres parages, des multitudes de pyramides et d'aiguilles de glace de quelques mètres de hauteur formaient d'inextricables dédales, d'un parcours d'autant plus malaisé que les vallonnements serpentant entre les monticules servaient parfois de lit à des rivières torrentielles.

Les nunataks, but du voyage, furent aperçus le 21 juillet, huitième étape depuis le départ. Le glacier, moins bouleversé que vers les bords et couvert, à cette altitude supérieure à 700 mètres, d'une couche de neige rendue consistante par les gelées nocturnes, était devenu plus commode à la marche. Malheureusement tous les membres de l'expédition souffraient d'une ophtalmie; il leur semblait sentir dans les yeux un corps étranger, sensation qui leur causait de vives douleurs toutes les nuits et chaque fois qu'ils fixaient attentivement un objet. En outre, le temps presque toujours beau jusque-là devint mauvais; des brouillards opaques les incommodèrent beaucoup, et le

23 juillet une violente tempête de neige les mit dans la nécessité de faire halte tout un jour. Enfin, le lendemain dans l'après-midi, ils atteignirent la plus orientale des six montagnes constituant l'archipel des nunataks.

Après toutes les souffrances endurées, leurs yeux malades ne se reposaient pas avec une satisfaction moindre sur cet amas de roches arides que ceux de l'explorateur des déserts africains sur une verdoyante oasis. Cet îlot de l'océan de glace n'est pas aussi dépouillé que l'on pourrait croire et que, vu du lointain, ne l'avaient fait préjuger ses aspects mornes, ses flancs dénudés, où les plaques blanches de la neige emplissant les creux alternent avec les longues coulées grisâtres de blocs éboulés. Il s'y trouve une flore et, chose plus étrange, une faune. Autour des sources, dans les anfractuosités de la roche, sur les amas de gravier fin étalés par le ruissellement, poussent de menues graminées, des saxifrages, des renoncules, des silènes et des pavots, égayant de leurs fleurettes blanches, jaunes ou bleues ce coin de terre perdu dans la solitude infinie des neiges. Jensen put faire une petite provision d'oseille sauvage et d'*Oxyria digyna*, excellent remède contre le scorbut, qui poussait en abondance sur les berges limoneuses des ruisseaux. Il ne put cependant découvrir aucune plante arbustive, et il est probable que celles-ci manquent à la flore du nunatak. La faune se composait d'un petit oiseau, d'une chenille et de deux araignées. L'oiseau et le papillon étaient arrivés là, entraînés sans doute par quelque tempête ; ils étaient en terre d'exil. Quant aux araignées, on doit bien admettre qu'elles ont le nunatak pour habitat propre, même depuis les âges antérieurs à l'ensevelissement du pays environnant sous sa carapace glaciaire, et qu'elles y trouvent leur subsistance, bien que ni moustiques, ni autres petits animaux ne s'y soient montrés.

Les voyageurs campèrent une semaine entière sur cette île, qu'il faut bien, quoiqu'il en coûte, qualifier d'hospita-

lière. Des tourbillons de neige obscurcissant l'atmosphère les empêchaient de faire aucune observation sur la contrée d'alentour, et malgré la diminution inquiétante de leurs provisions de bouche, ils attendirent intrépidement la fin de la bourrasque. Enfin le huitième jour le ciel se rasséréna et leur permit de scruter à l'aise le panorama qui se déroulait de la cime du nunatak. Ce dernier avait 10 kilomètres de pourtour et 300 mètres de hauteur au-dessus du plateau glacé ; dans son voisinage, cinq autres massifs pareils dressaient leurs croupes noirâtres; à ses pieds s'étalait un lac étendu où flottaient des isbergs. Pas plus que leurs prédécesseurs, Jensen et ses compagnons ne purent apercevoir la côte orientale ni vérifier si le champ de glace s'étendait jusque là. Il se relevait toujours vers l'est et bien au-dessus de leur poste d'observation, perché pourtant à 1 537 mètres d'altitude. Dans cette direction l'Inlandsis, contrainte sans doute par les inégalités du sol sous-jacent, présentait une surface excessivement tourmentée. Dans son mouvement d'écoulement vers l'ouest, elle venait heurter la série des nunataks et se soulevait de cent mètres contre leurs flancs d'amont, pour déborder par leurs intervalles et s'affaisser brusquement au delà comme une cataracte congelée.

II

EXPÉDITION DE NORDENSKIÖLD EN 1883. GÉOGRAPHIE DE L'INLANDSIS.

C'est en 1883 seulement que Nordenskiöld put tenter de mettre à exécution le projet longuement mûri de traverser le Groenland d'un rivage à l'autre. Par la notoriété de son chef, le nombre de ses membres, la façon judicieuse et experte dont ils furent équipés, la valeur des moyens d'action, cette expédition est la plus considérable de toutes celles dont l'Inlandsis avait été jusque-là le théâtre. Son but principal, traverser le champ de glace, ne fut pas

atteint, il est vrai, mais elle pénétra plus avant qu'aucune des tentatives précédentes, permit des observations plus nombreuses et mieux contrôlées, fit connaître enfin, dans leurs traits essentiels, les aspects successifs et nettement distincts offerts par l'Inlandsis à mesure de l'éloignement progressif de ses lisières et de l'exhaussement de sa surface.

En outre de son chef et du docteur Berlin, la caravane comprenait huit marins suédois et deux Lapons qui rendirent, comme éclaireurs, les plus grands services. Montés sur des *ski*, patins très allongés en bois, avec lesquels les paysans de la Suède septentrionale parcourent en quelques heures d'énormes distances sur la neige, ils allaient, quinze et vingt kilomètres en avant du gros de la troupe, reconnaître le pays pour trouver les passages par où elle pourrait cheminer au prix des moindres peines.

Six traîneaux portaient les approvisionnements et les bagages que Nordenskiöld inventorie dans sa relation de voyage de la manière suivante : « Nos effets de campement comprenaient une tente en coton, munie d'une douzaine de piquets en fer, un sac-lit, une couverture et un matelas en caoutchouc pour chaque homme, des soufflets pour gonfler ces matelas, des assiettes et des tasses en fer-blanc étamé, enfin des lampes à alcool pour la cuisson des aliments... Nous emportions encore des vêtements de rechange, des gilets en peau de chevreau, une blouse blanche en toile à voile et un bonnet de nuit en laine pour chaque homme, seize paires de bottes en toile à voile avec une provision de *Carex vesicaria*, des chaussures en feutre et des crampons à glace en nombre suffisant pour tous les hommes. Comme armes, nous avions un fusil de chasse, un fusil de munition et deux lances lapones ; en fait d'instruments, des boussoles, des lunettes, deux chronomètres, un cercle de Pistor et Martin, un petit sextant pour remplacer le cercle en cas d'avarie, un horizon artificiel à mercure, trois anéroïdes, des thermomètres, des bâtons aiman-

tés (pour l'étude de la poussière argileuse répandue sur le glacier), une planchette pour le topographe, un appareil photographique et un chalumeau. Ajoutez à cela des tubes en verre, des bocaux, un paquet de papier buvard et des tables nautiques. Nos bagages contenaient en outre : une pharmacie de voyage, une provision de tabac et de cigares, des marteaux, des haches, des scies, des tarières, des limes, des aiguilles, du fil, une provision d'allumettes, une corde en chanvre de Manille, commandée chez le fournisseur du Club-Alpin de Paris et dont la résistance avait été éprouvée à Stockholm, une paire de rames destinée à diriger nos matelas en caoutchouc, que nous pensions utiliser en guise d'embarcations au cas où nous aurions à traverser quelque nappe d'eau. De plus, nous emportions des vivres et de l'alcool pour quarante jours. Tous ces bagages étaient placés sur six traîneaux de même modèle que ceux employés par les dames de la halle de Stockholm. Les brassières de ces véhicules avaient été soigneusement fabriquées pour pouvoir soutenir le poids d'un homme si l'un de nous tombait dans une crevasse. Chacun était armé d'un bâton ferré en frêne et muni de conserves bleues ; enfin chaque Lapon emportait une paire de *ski*. »

Tout ce chargement pesait 840 kilogrammes que les hommes eux-mêmes devaient tirer. L'étude approfondie des moyens de transport sur l'Inlandsis avait convaincu Nordenskiöld de l'impossibilité d'y employer les chiens groenlandais, qui rendent dans les établissements danois, comme bêtes de trait, de si précieux services. Le motif en est qu'il faut alors véhiculer la nourriture de ces animaux, supplément de charge si considérable qu'il compense, et beaucoup au delà, tout l'avantage qu'on en peut tirer pour le halage des traîneaux. Dépourvus de la qualité qui fait la réputation du chameau, les chiens groenlandais, quoi qu'en pense la tradition populaire, ne sont d'aucun secours dans les expéditions polaires et n'ont nul droit au titre de « vaisseaux du désert de glace. »

L'expédition de 1883, comme celle de 1870, partit d'un bras du fjord d'Aulaitsivik, par 68° 25′ de latitude nord. Elle se fit dans des conditions de confort relatif. Chaque soir (ce qui doit s'entendre de l'heure où le soleil se couche en Suède pendant l'été), après une étape qui varia, suivant la nature du terrain parcouru, de 7 à 19 kilomètres, la tente était dressée et solidement arrimée avec des piquets de fer enfoncés dans la glace, dans l'endroit le plus sec et le moins inégal que l'on pouvait trouver. Les sacs de couchage, disposés en dessous, étaient serrés les uns contre les autres, et les effets mouillés suspendus au toit pour sécher jusqu'au lendemain. Tandis que Nordenskiöld prenait la hauteur solaire et calculait l'altitude, que l'adjudant Kjellström photographiait les environs ou dressait l'itinéraire parcouru, que les hommes de l'expédition, vaquant aux multiples occupations d'un bivouac, causaient entre eux des accidents de la journée, des fatigues du halage, du temps pour le lendemain et surtout de ce pays vert qui s'étendait bien sûr par-delà toutes ces glaces, avec ses vallées herbeuses et ses collines garnies de taillis, terre promise à laquelle tous croyaient bientôt parvenir, le cuisinier, un vieux loup de mer, nommé Krœmer, installait sur la glace ses fourneaux d'alcool et préparait le repas. L'ordinaire se composait de pain, beurre, fromage, jambon et viande conservée, café et cognac : la ration journalière était de 1118 grammes par homme.

Par un phénomène bizarre de réfraction, le terrain paraissait dans toutes les directions se relever dans l'éloignement ; la ligne de l'horizon figurait le bord d'une immense cuvette, aux parois progressiment déclives, et dont les spectateurs occupaient le centre. Tout l'espace visible n'était qu'un cadre pour ce campement minuscule, mais impressionnant à voir avec sa bigarrure de couleurs, le bruit des voix et des instruments, le va-et-vient de ses habitants, unique manifestation de la vie au sein de l'étendue sans bornes, partout grisâtre, immobile et muette.

Nous ne suivrons pas les voyageurs dans les diverses péripéties des trente-cinq rudes étapes qu'ils accomplirent. Ce serait s'exposer à beaucoup de redites, dans un narré monotone presque à l'égal des paysages de l'Inlandsis. Mieux valait, et c'est le travail dont j'ai tenté l'exécution, condenser en quelques pages la substance de leurs observations sur les principaux accidents, l'allure générale et les aspects successifs, le profil, les dimensions, en un mot sur tout ce qui constitue la géographie de l'immense champ de glace.

Celui-ci peut être partagé, des extrémités au centre, et tel qu'il se présente en été, en quatre régions naturelles, aux limites indécises et changeantes, mais aux caractères suffisamment tranchés pour qu'il soit impossible de les confondre. Sous le 68°25′ parallèle, la première de ces régions s'étend de l'escarpement terminal à 25 kilomètres en arrière. C'est un glacier au sens spécial du mot, une coulée de glace, encastrée entre les flancs d'une vallée et qu'alimentent les amas de névés accumulés en amont. D'un mouvement lent et continu, elle descend le thalweg de la vallée, en diminuant progressivement de volume, jusqu'à un niveau où, les pertes produites par la fusion dépassant l'afflux des glaces d'amont, elle donne naissance à une rivière qui en constitue le prolongement liquide. Ces glaciers, qui rappellent en plus grand ceux des Alpes, ne font pas, à proprement parler, partie de l'Inlandsis, du champ de glace : ils n'en sont que les exutoires, et forment autour du noyau central une frange d'émissaires qui vont déverser sur les terres plus chaudes et jusque dans la mer l'excès de l'humidité reçue par les plateaux intérieurs.

Sous la poussée des masses contenues dans le gigantesque bassin central de réception où tous prennent leur source, quelques-uns de ces courants de glace se déplacent avec une rapidité dont les plus puissants parmi les glaciers alpins ne donnent aucune idée. Tandis que la mer de glace

de Chamounix avance de 40 centimètres par jour, nombreux sont au Groenland les glaciers qui avancent dans le même laps de temps de 10 à 15 mètres. Il en est (tel celui de Jakobshavn) qui vont de 19 à 22 mètres ; enfin celui d'Augpadlartok, le plus rapide connu du monde, progresse de 31 mètres par jour, plus de 11 kilomètres par an. Plusieurs de ces glaciers pénètrent jusqu'aux fjords littoraux qu'ils comblent en partie. Glissant sur un fond qui s'approfondit brusquement, leurs extrémités, privées de point d'appui, se rompent par blocs gigantesques, que les vents et les courants entraînent bientôt au large. Ainsi se forment les isbergs, ces montagnes flottantes de 50 et 60 mètres de hauteur parfois, et dont la masse immergée est triple de celle qui s'élève au-dessus des flots.

La circonstance essentielle qui distingue les glaciers du champ de glace proprement dit, c'est qu'ils sont entourés de montagnes bordières aux pentes débarrassées de neige, entre lesquelles ils circulent comme un fleuve dans une vallée. Le long des rives, ils sont plaqués de boue argileuse et parsemés de blocs et de gravois arrachés aux parois encaissantes, tandis que plus loin, sur l'Inlandsis, on chercherait vainement, dit Nordenskiöld, une pierre de la grosseur d'une tête d'épingle.

Cette région est de toutes la plus déchiquetée. Les crevasses, tantôt vides, tantôt emplies d'eau à pleins bords, y surabondent. Les monticules n'y sont pas en moindre profusion. Ils moutonnent toute la surface du glacier ; les uns figurent des pyramides de 4 à 6 mètres de hauteur, à la pointe effilée, ou bien s'allongent en murailles sinueuses terminées par une arête tranchante ; les autres, plus trapus, forment des cônes arrondis au sommet, de 60 centimètres à 2 mètres, et présentent deux faces d'aspects différents : la première luisante et polie, l'autre rugueuse et souillée de taches d'une poussière grise, dénommée *cryokonite* par Nordenskiöld et dont nous reparlerons. Ces monticules sont séparés par des ravins

étroits, aux sinuosités prodigieusement tortueuses, et parcourues souvent par des torrents rapides mais peu bruyants, grâce à la façon dont ils ont usé toutes les aspérités de leur lit. Les efforts alternatifs de compression et de distension auxquels les élargissements et les rétrécissements de sa vallée et les inégalités du sol qui le supportent soumettent le glacier, expliquent la multiplicité des crevasses et des séracs dans cette première zone.

A l'est du fjord d'Aulaitsivik, elle s'élève jusqu'à l'altitude de 500 mètres environ, et présente, depuis l'arête supérieure de l'escarpement terminal, une inclinaison moyenne de 15 à 16 mètres par kilomètre. La traversée en coûta huit jours d'efforts incessants et de fatigues incroyables à la caravane, pendant lesquels elle ne progressa dans l'est que de 25 kilomètres. Il faut tripler ce chiffre pour obtenir la distance effectivement couverte avec les détours commandés par les accidents du terrain.

Sous le 60° 1/2 parallèle, où Nordenskiöld la traversa, la seconde zone s'étendait sur une largeur de près de 50 kilomètres et s'élevait jusqu'à 1100 mètres d'altitude. Son inclinaison, plus sensible dans la première moitié, faiblissait dans la seconde pour ne pas dépasser une moyenne de dix mètres par kilomètre. Ici plus de côtes abruptes bordant la nappe glacée, plus d'argile ni de rocailles, mais partout les arêtes vives des séracs, l'étendue sans limites perceptibles des champs de glace ; seulement, à l'extrême horizon du couchant, les croupes noirâtres des montagnes côtières, derniers vestiges du monde habitable, se profilent indécises dans la brume des lointains, puis, après quelques jours de marche, à leur tour elles disparaissent dans l'éloignement.

Toutes les variétés de protubérances qui encombrent la première zone se retrouvent dans celle-ci, mais en exemplaires moins multipliés, quoique nombreux encore, parce que la couche de glace, plus épaisse et débarrassée d'entraves, s'étale plus librement. La surface, dont l'incli-

naison s'est adoucie, offre par endroits des dépressions en forme de cuvettes, occupées presque toujours par des lacs assez creux pour que les froidures hivernales ne les congèlent pas jusqu'au fond, ainsi qu'en témoignent d'énormes tables de glace échouées sur leurs rives. Ces lacs sont alimentés par des rivières, moins nombreuses que dans la zone précédente où l'action du soleil est plus énergique, mais plus considérables par le volume d'eaux, grâce à la rareté relative des crevasses, qui leur permet, en laissant leur cours se prolonger davantage, de drainer des bassins plus étendus. La plupart coulent en décrivant des courbes élégantes, entre deux berges presque verticales que l'on croirait taillées dans un marbre bleuâtre, translucide et dont le poli est admirable. Partout où la surface de l Inlandsis est plane, ces coulières affectent une remarquable régularité de formes : profondeur, écartement des lèvres, inclinaison des parois demeurent constantes sur d'assez longues distances; on dirait des canaux faits de main d'ouvrier.

Une de ces ravines fut appelée par les voyageurs *Karmindal* ou *Val pourpré*, à cause des amas de neige rouge qui mouchetaient sa rive méridionale. C'est la seule circonstance où il leur fut donné d'admirer ce curieux phénomène; mais à diverses reprises, plus avant dans l'intérieur, de vastes espaces couverts de neige jaune foncé s'offrirent à leurs regards. L'écoulement des cours d'eaux à la surface et surtout leurs chutes dans les abîmes font vibrer toute la masse glaciaire. En appliquant l'oreille contre le sol, on perçoit le grondement sourd des cataractes, couvert lui-même par intervalles par un bruit éclatant, comparable au son du canon : c'est une nouvelle crevasse qui s'ouvre, saluée à sa naissance par une détonation retentissante.

Un des caractères distinctifs de la seconde région, c'est, avec l'absence presque complète de neige, sa richesse en *trous de cryokonite*. Nordenskiöld a désigné par cette appellation des cavités cylindriques, irrégulières et rem-

plies d'eau, ouvertes indifféremment dans le fond des creux au sommet comme sur les flancs des protubérances, mais quelle que soit l'allure du terrain, creusées invariablement dans le sens de la verticale. Ces cavités, tantôt étroites comme une tête d'épingle et profondes de quelques millimètres, tantôt larges d'un mètre et aussi profondes, se pressent par myriades incalculables sur les espaces que n'a pas ravinés le ruissellement des eaux superficielles. On en compte parfois des centaines sur trois ou quatre mètres carrés, et le sol peut se comparer à un gâteau d'abeilles composé de cellules indéfiniment diversifiées dans leurs dimensions en diamètre comme en profondeur. Le fond de ces cavités est couvert d'une couche de poussière grise, impalpable, qui est la cryokonite. Cette poussière se rencontrait d'ailleurs partout à la surface de l'Inlandsis et en telle abondance que celle-ci en prenait une teinte grisâtre uniforme.

Sa nature et son origine ont fait l'objet de beaucoup de discussions dont aucune lumière décisive n'a jailli jusqu'à présent. La complexité singulière de sa composition déroute l'analyse, et des échantillons identiques soumis à l'examen de divers savants ont donné des résultats non concordants. L'opinion de Nordenskiöld est qu'il faut y voir en premier lieu de menues particules argileuses ou arénacées transportées par le vent, non pas seulement des nunataks ou des montagnes voisines de l'Inlandsis, mais aussi des continents d'Europe et d'Amérique ; ensuite des poussières volcaniques demeurées longtemps en suspension dans les airs ; enfin un résidu d'origine cosmique, provenant de la pulvérisation des météores traversant l'atmosphère terrestre. Ses idées sur ce point sont d'ailleurs exprimées sous une forme dubitative, et l'on peut s'apercevoir qu'il n'est pas loin de considérer le résidu d'origine cosmique comme l'élément principal et distinctif de la cryokonite.

A la zone de la glace vive, partout à nu, en succède une

troisième large de 100 kilomètres au moins, entre onze et quinze cents mètres d'altitude, et couverte d'une couche de neige fondante, qui va s'épaississant à mesure que l'on s'avance dans l'est. Les monticules, de plus en plus clairsemés, percent de leur cîme cette couverture molle, et dressant par-dessus leurs facettes de glace vive où viennent se refléter les rayons du soleil, ils pointillent l'étendue grisâtre de lueurs étincelantes. Dans cette région, les rivières sont rares et indigentes, et les crevasses fréquemment couvertes de ponts de neige, les uns fragiles au point de s'effondrer sous la moindre pression, les autres assez résistants pour supporter le poids d'un homme.

La caravane avait pu y faire d'assez longues étapes lorsqu'il tomba, le 20 juillet, une pluie mêlée de neige qui, s'amalgamant avec les vieilles neiges de l'hiver précédent, constitua un produit spongieux et flasque où les gens se fatiguaient sans avancer, où les véhicules s'embourbaient. Après avoir pataugé dix heures pour faire quelques kilomètres dans ce mélange que Nordenskiöld qualifie de *bouillie glaciaire,* et qui semblait, après les vêtements et les bottes, imbiber jusqu'aux muscles et raidir les tendons, les hommes de l'expédition, exténués, avaient perdu confiance et courage. Ces vaillants explorateurs, vainqueurs jusque-là de toutes les défenses de l'Inlandsis, de ses pics et de ses défilés, de ses torrents et de ses précipices, durent s'avouer vaincus par ses fondrières. Le 21 juillet dans l'après-midi, devant l'impossibilité manifeste de mener plus loin les traîneaux chargés des approvisionnements indispensables, Nordenskiöld commanda de faire halte. A l'endroit où il était parvenu, distant de 117 kilomètres de son point de départ, plus de 600 kilomètres le séparaient encore de la côte orientale, et il ne restait plus de vivres que pour trois semaines. Il ne voulut pas battre en retraite cependant, sans essayer d'un dernier moyen de pousser ses investigations jusqu'au cœur de l'Inlandsis, et il donna l'ordre aux éclaireurs lapons de faire, montés sur leurs *ski,* une longue recon-

naissance vers l'est. Voici le texte des instructions qu'il leur remit : « *Lars* et *Anders,* montés sur leurs *ski,* feront route vers l'est; ils pourront obliquer à droite ou à gauche, s'ils trouvent dans ces directions un terrain plus favorable à la marche. — Tous les trois milles, ils devront observer le baromètre et noter la direction qu'ils auront suivie. — La durée de leur reconnaissance est fixée à quatre jours : néanmoins nous attendrons ici leur retour pendant six jours. Passé ce délai, c'est-à-dire le samedi 28 juillet, nous battrons en retraite. Dans ce cas nous laisserons sur le glacier un traîneau chargé de vivres, de *Carex vesicaria,* de matelas en caoutchouc et de sacs-lits. — Je recommande à Lars d'être prudent. Si les deux éclaireurs atteignent un pays libre de glace et de neige, ils devront prendre un ou plusieurs exemplaires de chaque espèce de fleurs et d'herbes.

» Sur l'Inlandsis, le 21 juillet 1883.

» A.-E. Nordenskiöld. »

Partis le 22 juillet, au matin, ces hommes intrépides reparurent le 24 à midi, guidés au retour par les empreintes marquées par leurs patins, qu'aucune chute nouvelle de neige, fort heureusement, n'était venue effacer. C'est la disette totale d'eau qui les avait contraints de revenir si tôt, avant l'expiration des quatre jours fixés.

Ils s'étaient avancés, si on les en croit, de 230 kilomètres dans l'est, à peu près au centre de la péninsule, enlevant par conséquent 460 kilomètres en 37 heures, c'est-à-dire une distance quatre fois plus considérable que le chemin parcouru par la caravane en 18 jours. Ces chiffres surprirent Nordenskiöld, qui douta d'abord de leur exactitude. Plus tard, quand il fut de retour en Suède, pour dissiper ses incertitudes à cet égard, il organisa

en Laponie une course de 220 kilomètres, à laquelle prit part l'élite des patineurs du pays et notamment les deux Lapons qui l'avaient suivi au Groenland. Le vainqueur du concours fut un de ceux-ci, *Lars Ruorda,* qui marcha avec une vitesse moyenne de 10 500 mètres à l'heure, plus vite qu'il n'avait fait dans sa course sur l'Inlandsis. Si l'on réfléchit en outre aux effets surprenants qu'opère l'entraînement et que, dans l'accomplissement de leur mission d'éclaireurs avec les courses multipliées qu'elle impliquait, les Lapons de Nordenskiöld avaient dû s'entraîner supérieurement, on verra qu'il n'existe aucune raison grave de mettre en doute leur assertion.

Le rapport que ces deux hommes firent à leur chef de leur excursion nous apprend qu'à une cinquantaine de kilomètres à l'est du point extrême atteint par celui-ci commence une quatrième zone de l'Inlandsis, celle de la neige sèche. La glace cohérente disparaît sous un épais manteau de neige pulvérulente, couvert lui-même d'une mince lamelle de verglas, grâce à une légère fusion opérée par l'action du soleil sur la couche superficielle, et dont le produit regèle aussitôt qu'il a pénétré entre les particules neigeuses. Nul terrain, paraît-il, n'est plus favorable à la marche sur les *ski*.

Cette région semble parfaitement plate et unie ; on n'y trouve plus ni arêtes saillantes, ni dédales de pyramides, ni dépressions bien accusées, mais seulement de légers monticules de neige amoncelés par le vent. Pas une seule crevasse n'y a été aperçue. Nulle silhouette aux traits accentués ne vient rompre la monotonie écrasante qui pèse sur ces plaines aux horizons fuyants. Elles ne possèdent ni torrents, ni lacs, ni cascades ; jusqu'aux trous de cryokonite ont disparu ; la disette d'eau est absolue et la barbarie des solitudes polaires n'a plus rien à envier aux Sahara des tropiques.

En dépit des apparences, la quatrième région, comme les trois premières, se relève d'occident en orient. Le

point extrême atteint par Lars et Anders est à 1952 mètres d'altitude, ce qui donne une inclinaison de $2^{m},50$ par kilomètre pour cette partie du champ de glace. Ce relèvement n'est pas continu, mais disposé par étages : tous les 30 ou 40 kilomètres, à une plaine presque horizontale succède un léger renflement suivi d'une nouvelle plaine.

Les observations de M. Nansen, qui réussit cinq ans plus tard à effectuer la traversée complète du Groenland, ont pleinement confirmé les assertions des éclaireurs de Nordenskiöld, en même temps qu'elles complétaient nos connaissances sur la région centrale de l'Inlandsis. Celle-ci continue à se relever vers l'est, de plus en plus faiblement, pour atteindre la cote de 2670 mètres à son point culminant et redescendre ensuite vers l'Atlantique, mais par une pente plus raide que celle du revers occidental. Le plateau tout à fait supérieur est une table presque horizontale, de plus de 2000 mètres d'élévation, et soumis à un climat d'une âpreté effroyable. Il n'y pleut probablement jamais. La somme totale des précipitations atmosphériques qu'il reçoit, y tombe, même en été, sous forme de neige pulvérulente, en particules ténues, d'une excessive dureté. M. Nansen n'y a pas vu une seule fois le thermomètre s'élever à l'ombre au-dessus du point de congélation. Été comme hiver, la rigueur des frimas n'y fait pas trêve un seul jour. Ce qui achève d'en rendre le séjour odieux, c'est que, par suite de la raréfaction de l'air produite par la grande altitude, les rayons solaires traversant l'atmosphère sans l'échauffer agissent directement sur les objets et deviennent cuisants. Ils brûlent la peau et sillonnent le visage de crevasses.

« Le 1er septembre, dit M. Nansen, un thermomètre à alcool placé au soleil s'élevait à $+29^{\circ},5$ C, alors que la température de l'air n'était que de $-3^{\circ},6$ C. Le 3 septembre, à midi, un thermomètre exposé au soleil sur un traîneau marqua $+31^{\circ},5$ C ; à la même heure, la température de l'air était de -11 degrés C. Dès que le soleil s'abais-

sait, le froid devenait naturellement plus vif ; immédiatement après le coucher du soleil surtout, le changement de température était très brusque. Nos thermomètres étaient gradués jusqu'à — 30 degrés C ; personne n'eût jamais supposé qu'en automne la température du Groenland serait aussi basse. Après le 8 septembre, une fois le soleil couché, la colonne mercurielle des thermomètres descendait toujours au-dessous du dernier degré de l'échelle centigrade. Dans la nuit du 11, je plaçai sous mon oreiller un thermomètre à minima : le lendemain matin l'alcool était descendu au-dessous de 37 degrés, terme de la graduation...

» En se fondant sur la baisse rapide du thermomètre après le coucher du soleil, le professeur Mohn a évalué à — 45 degrés C la température des nuits les plus froides que nous ayons passées sur l'Inlandsis. En septembre, à midi, c'est-à-dire au moment le plus chaud de la journée, le froid variait entre — 20 et — 15 degrés. Nulle part ailleurs, à cette époque de l'année, des températures aussi basses n'ont été observées. Quelle peut bien être l'intensité du froid en hiver dans cette région, c'est ce que nous ignorons encore. »

Les plus chaudes journées d'été ne peuvent produire une fusion notable de la couche superficielle des neiges ; c'est ce qu'ont démontré les sondages faits par M. Nansen, au moyen d'un bâton ferré, jusqu'à une profondeur de $1^{m},50$. Voici la succession des couches qu'il releva en plusieurs endroits : d'abord une couche de neige pulvérulente de 8 centimètres ; au-dessous, une lamelle de glace de 1 1/2 centimètre, suivie d'une nouvelle couche de neige pulvérulente de 18 centimètres ; venait ensuite une seconde lamelle de glace très mince, puis encore de la neige, mais rendue de plus en plus consistante par la compression et impénétrable au bâton au delà de 60 centimètres. Dans d'autres endroits, le bâton pouvait être enfoncé sans efforts jusqu'à $1^{m},20$ de profondeur. Ainsi donc, dans l'Inlandsis

centrale, la plus petite part seulement de la neige tombée se transforme en glace après fusion ; le reste s'entasse en strates superposées que la pression des couches supérieures incorpore peu à peu au champ de glace.

III

EXPÉDITION DE M. NANSEN EN 1888.

Depuis le voyage de Nordenskiöld, deux expéditions importantes ont encore eu lieu au Groenland. La première, entreprise par l'Américain Peary et le Danois Maigaard, partit le 24 juin 1886 de l'extrémité supérieure du fjord *Pakitsok*, qui s'ouvre dans la baie de Disco par 69° 30′ de latitude septentrionale. Arrêtés deux fois dans leur marche par des tempêtes de neige, les voyageurs n'étaient encore le 17 juillet qu'à 160 kilomètres des rivages de la mer de Baffin. Ils renoncèrent alors à leur projet d'atteindre la côte orientale et battirent en retraite. Leur retour, grandement facilité par l'emploi d'une voilure fixée sur les traîneaux, s'effectua en sept jours.

La seconde expédition, couronnement de cette longue série d'efforts et de tentatives dont j'essaie de tracer une esquisse, marque un progrès décisif dans l'exploration de l'Inlandsis. La première et la seule jusqu'à présent, elle a tracé un itinéraire ininterrompu d'un littoral à l'autre, mis hors de conteste la continuité de la carapace glaciaire et révélé les aspects de son revers oriental totalement ignorés auparavant.

En dehors de M. Nansen, de Copenhague, son organisateur et son chef, l'expédition se composait de MM. Sverdrup, ancien capitaine de la marine marchande, Dietrichson, lieutenant d'infanterie, Kristiansen Trana, paysan, tous trois Norvégiens, enfin de deux Lapons, également Norvégiens, Samuel Johannesen Balto et Ole Nielsen Ravna. M. Nansen avait été frappé de la rapidité avec laquelle, pendant le second voyage de Nordenskiöld, les

éclaireurs Lapons, montés sur des *ski*, avaient parcouru les espaces couverts de neige. Il en était demeuré convaincu que, pour réussir à traverser le Groenland, c'était une expédition de patineurs qu'il fallait organiser. En conséquence, il avait choisi pour collaborateurs de solides gaillards familiarisés avec l'exercice du patinage, et les avait munis non seulement de *ski*, mais encore de raquettes canadiennes et de raquettes norvégiennes. La caravane était outillée de manière à pouvoir patiner quel que fût l'état de la neige, durcie, fondante ou pulvérulente. Son chef avait en outre résolu de traverser le Groenland de l'est à l'ouest, à l'encontre de la marche suivie par tous ses prédécesseurs, partant ainsi de la côte déserte, mal connue, dépourvue de moyens de ravitaillement, pour de là atteindre les établissements danois de la côte occidentale. Le motif qu'il donne de cette détermination permettra de juger de son énergie. « Ce plan, dit-il, avait l'avantage de couper la retraite à la caravane. Une fois sur le versant de l'Inlandsis qui s'incline vers la côte orientale, on serait obligé de marcher toujours de l'avant vers l'ouest ou de mourir sur place. »

Le navire qui transportait l'expédition fit plusieurs tentatives vaines pour traverser la fameuse banquise qui borde toute la côte orientale du Groenland et en rend l'accès si malaisé. Ce n'est pas un banc de glace homogène, mais une agglomération confuse de glaçons innombrables, de toutes formes et de toutes dimensions, sans cesse en mouvement, pressés les uns contre les autres, et que les vents rassemblent en une bande assez étroite, mais longue de plus de 1000 kilomètres. Le 17 juillet, le navire ayant réussi à s'approcher assez près de la côte par une échancrure de la banquise, Nansen prit le parti de tenter de l'atteindre en canot. Il embarqua toute l'expédition, personnel et bagages, sur une des chaloupes du bâtiment, et s'engagea dans les chenaux étroits qui s'ouvraient entre les glaçons, où un bateau de fort tonnage n'aurait pu

passer. Il n'était plus qu'à une faible distance du rivage et son audacieuse entreprise paraissait devoir réussir, quand la pluie survint qui, masquant toute vue, le contraignit de s'arrêter et d'attendre qu'une embellie lui permît de retrouver son chemin. La nuit arriva sur ces entrefaites, pendant laquelle les courants entraînèrent son embarcation et, le matin venu, il se trouva repoussé au plus épais de la banquise et fort gêné pour en sortir. Bientôt une tempête s'éleva qui mit toute celle-ci en branle. Pour ne pas périr écrasés dans leur canot par les glaçons qui s'entrechoquaient, les membres de l'expédition se réfugièrent sur un grand banc de glace, le plus solide et le plus confortable qui s'aperçût à portée. Ils purent hisser dessus la chaloupe avec son chargement, puis y dresser une tente. Cette étrange navigation se prolongea durant douze jours. Entraînés à la dérive par les courants, ils virent, en dépit de tous leurs efforts pour l'accoster, défiler sous leurs yeux, comme un décor changeant, toute la côte du Groenland avec ses fiers promontoires, ses golfes baignés d'ombre, ses falaises noirâtres, ses pics élancés pareils à des clochers d'église dardant leur flèche au sein des nues. Ils redescendirent comme cela plus de 400 kilomètres vers le midi, tantôt halant leur canot sur les glaces quand la banquise était serrée, tantôt naviguant à la rame quand elle s'interrompait de pertuis temporaires ; réfugiés enfin, quand la houle secouait trop vivement, sur quelque glaçon volumineux, navire improvisé, qui ne leur épargnait ni le roulis ni le tangage, et changeait de forme et de grandeur au gré des collisions et des coups de mer, ou même se craquelait par le milieu de fêlures peu rassurantes. Par un rare bonheur, il ne se produisit pas un seul accident fâcheux par ses suites, et lorsque les voyageurs atterrirent enfin, le 29 juillet, équipements, provisions, attirail de marche et de transport, tout était intact.

Du cap *Umivik*, point initial, au fjord d'*Ameralik*, point terminal de leur itinéraire sur l'Inlandsis, la distance est

de 400 kilomètres à vol d'oiseau, de 550 par le chemin qu'ils suivirent. Elle fut franchie en 40 jours, du 15 août au 24 septembre.

Plus que nul d'entre leurs prédécesseurs, M. Nansen et ses compagnons eurent à souffrir des basses températures. Au-dessus de dix-neuf cents mètres d'altitude, la température de l'air ne s'éleva jamais, même pendant le jour, au-dessus de 0° C ; certaines nuits, sous la tente où six hommes étaient couchés et où la lampe à alcool avait brûlé pour la cuisson des aliments, elle s'abaissa au-dessous de — 40 degrés centigrades. Le soir, en se déchaussant, les voyageurs trouvaient entre la chaussette et la semelle une couche de glace intercalée qui les rendait adhérentes ; le matin, à leur réveil, leur premier soin de toilette devait être de se débarrasser le visage d'une couche épaisse de glace et de givre produite par la congélation de la vapeur d'eau contenue dans l'haleine.

Le froid devenait intolérable quand le vent soufflait en tempête et soulevait des nuages d'une neige fine et dure qui cinglait le visage comme un sable brûlant. De rudes étapes de dix à quinze kilomètres furent ainsi accomplies, chaque homme traînant une charge de 100 kilogrammes sur un terrain réfractaire au glissement, avec le vent constamment debout. Mais, sous peine de la vie, il fallait atteindre les établissements danois avant l'épuisement des provisions. Par deux fois cependant la caravane fut assaillie par de telles rafales que force lui fut de s'abriter sous la tente. « Les tourbillons de neige, dit Nansen, fuyaient au-dessus de l'Inlandsis comme l'embrun chassé par une grosse tempête sur la mer. » Après avoir dressé la tente qu'ils assujettissaient de leur mieux, en avoir calfeutré soigneusement tous les interstices, ce qui n'empêchait pas les menues particules de neige de pénétrer dans l'intérieur et de s'y entasser en véritables monceaux, les voyageurs se blottissaient dans leurs sacs de couchage et n'en bougeaient plus que pour aller jusqu'à leurs traî-

neaux chercher des comestibles, attendant avec une patience méritoire que l'ouragan calmât ses furies. Une de ces périodes de repos forcé, pendant lesquelles leur chef les mettait au régime d'un seul repas par jour, par le motif que ces jours-là on ne travaillait pas, se prolongea pendant soixante-douze heures consécutives.

En dépit de tous ces obstacles, M. Nansen triompha là où tous ses prédécesseurs avaient échoué, grâce, en tout premier lieu, à son heureuse audace, à son incomparable énergie, au dévouement sans bornes de ses compagnons. Lui-même, qui raconte ses exploits avec l'aisance et la simplicité modeste des vrais braves, se déclare redevable de son succès principalement au mode de locomotion employé, les patins à neige. Ils furent précieux surtout dans la traversée des immenses plateaux de l'Inlandsis centrale, recouverts d'une couche de vingt à trente centimètres d'une neige menue, impalpable, s'effondrant sous le moindre poids. Cette neige rendait laborieux au suprême degré le halage des traîneaux, surtout quand le vent l'amoncelait en monticules épars où ceux-ci, venant y enfoncer leurs glissières, se heurtaient comme à des buttoirs compressibles. Chaussés de bottes, jamais les voyageurs ne fussent sortis de ces névés pulvérulents ; grâce aux *ski* qui permettaient de tenir sur cette neige friable sans y enfoncer profondément, ils purent faire 510 kilomètres en 19 jours. « Sans eux, dit Nansen, nous n'eussions pas été loin. »

Parmi les innovations ingénieuses qui ont assuré l'entière réussite de l'expédition de 1888, après l'emploi des patins, il faut citer l'établissement d'une voilure sur les traîneaux toutes les fois que le temps le permit. Pour gréer les véhicules en vue de cette navigation originale, il fallait les attacher solidement par deux ou par trois, puis dresser par-dessus un bâton ferré portant en guise de voile deux prélarts cousus ensemble. Durant la première partie du voyage, à travers la région des neiges pulvéru-

lentes, certes l'appareil ne marchait pas tout seul, mais la tâche des haleurs en était rendue beaucoup plus facile. Une fois sur la déclivité du versant occidental, une bonne tempête de nord-est aidant, la voilure fit merveille. Il fallut aviser pour ne pas laisser prendre à ces nefs d'un nouveau genre une allure vertigineuse, fort peu prudente sur une mer aussi mal connue que l'Inlandsis ; voici comment les voyageurs s'y prirent. Un bâton ferré, fixé horizontalement à l'avant de la machine, faisait office de timon. Un homme, monté sur des *ski*, s'attelait à ce timon, par le moyen duquel il pouvait diriger la marche, en même temps qu'il se laissait glisser sous la poussée du véhicule ; deux de ses compagnons, la main aux dossiers d'arrière de celui-ci, le retenaient de toutes leurs forces pour modérer son allure. Nonobstant ces précautions, partout où s'accentuait l'inclinaison des pentes, la vitesse devenait effrayante, et périlleuse surtout la position du timonier ; au moindre faux pas sur ce terrain inégal et glissant, l'appareil lui passant sur le corps l'écrasait immanquablement.

Un soir, quand l'obscurité commençait à venir, Nansen, qui était au timon, aperçut devant lui une tache allongée, se détachant en noir sur le fond gris. Croyant à une dépression peu profonde comme il en rencontrait chaque jour, il continua de descendre vers elle avec rapidité. C'était une crevasse d'une largeur extraordinaire et la première aperçue depuis le revers oriental. Nansen en était tout près quand il reconnut son erreur ; il n'eut que le temps de bondir de côté pour faire virer les traîneaux et de crier aux autres de carguer la voile. Tous ensemble arcboutant leurs patins aux aspérités de la glace, ils purent s'arrêter à trois pas du gouffre.

Dans l'énumération des causes de succès, le choix de la côte orientale comme point de départ ne doit pas être omis. Indépendamment de l'inéluctable nécessité qu'il impliquait de marcher toujours en avant, le nouvel itinéraire présentait sur les précédents des avantages intrin-

sèques non sans importance. La face de l'Inlandsis tournée vers l'océan Atlantique a des caractères bien distincts de celle qui regarde vers la mer de Baffin. Elle est tout à la fois inclinée plus fortement et moins accidentée. A quatre-vingt kilomètres du cap *Umivik*, l'altitude du plateau glaciaire dépasse déjà 2000 mètres, tandis qu'à pareille distance de son point de départ Nordenskiöld ne s'était encore élevé qu'à 1100 mètres. Le versant oriental est donc le plus étroit et donne prompt accès au plateau supérieur, dont l'inclinaison est presque insensible. En outre, il ne possède pas les deux premières zones que nous avons décrites en parlant du versant opposé, la zone des glaciers et celle de la glace vive, hérissée de séracs et toute crevassée, qui obligèrent à de si longs détours, coûtèrent tant de peines et tant d'heures à tous ceux qui voulurent en remonter les pentes, jusqu'à briser leur premier élan de confiance et d'enthousiasme. L'Inlandsis, plus épaisse et plus froide à l'est, paraît moins sensible aux morsures du relief terrestre. Elle y submerge montagnes et vallées d'un flot que sa puissance préserve de la dislocation. Crevasses et mamelons y sont moins communs et répandus sur une zone moins large, les rivières inconnues, et la région des neiges fondantes y étale jusqu'aux grèves ses nappes couleur d'albâtre. En 1888, à la fin d'août, les gelées nocturnes la recouvraient déjà d'une couche de verglas assez résistante pour porter la caravane, qui put y cheminer avec une aisance relative, du moins pendant les matinées. La dernière expédition gravit donc le champ de glace jusqu'à sa ligne de faîte par une côte moins longue que celle où vinrent s'épuiser les entreprises antérieures, et moins malaisée aussi, quoique plus raide. Elle put bénéficier de la longue contrepente du versant opposé et franchir la région extrême, tourmentée et difficile, avec les avantages de la descente et l'entrain vainqueur d'hommes qui touchent au but de leurs efforts.

IV

LE PROFIL DE L'INLANDSIS.

On peut le dire sans témérité : depuis le voyage de M. Nansen et son heureuse issue, les aspects généraux de l'Inlandsis sont connus. Il recouvre le Groenland tout entier, à l'exception des pentes les plus abruptes du revers océanique, des monts de la côte orientale et de la marge frangée de fjords, plus large quoique bien étroite encore, qui borde le littoral de la mer de Baffin. Sur 2 169 750 kilomètres carrés que Behm et Wagner attribuent à la superficie probable du pays, plus de 2 000 000 sont ensevelis sous les neiges éternelles.

Partout où elle a été explorée, la surface de l'Inlandsis s'élève de la périphérie au centre. Ce relèvement est de moins en moins prononcé à mesure qu'on se rapproche du centre, en manière telle que la région centrale, sur une largeur considérable, est presque horizontale. D'autre part, les pentes orientées au levant sont plus rapides que celles orientées au couchant ; il s'ensuit que l'axe médian du plateau intérieur ne passe pas par le centre de la péninsule, mais plus près de la côte orientale.

L'immense champ de glace est comparable à une coupole aplatie dont les faces, inégalement inclinées, viendraient appuyer leurs assises aux deux chaînes de montagnes qui enceignent le pays. L'altitude de la ligne de faîte, au point où M. Nansen l'a franchie, est de 2670 mètres. Elle égale presque le *mont Petermann,* à l'extrémité du *fjord de François-Joseph*, la plus haute cime du Groenland connu, et dépasse toutes les autres.

D'où vient à l'Inlandsis ce profil légèrement conique qui vient d'être indiqué ? N'est-il qu'une résultante des phénomènes météorologiques ? Faut-il y voir, au contraire, la reproduction simplifiée du relief continental ?

Cette dernière hypothèse est infiniment peu probable. Nulle part l'aspect de l'Inlandsis central ne trahit la pré-

sence de montagnes sous-jacentes. Les pointements rocheux ou nunataks ne se rencontrent pas en dehors d'un rayon de 75 à 100 kilomètres autour des lisières; pas plus que Nordenskiöld, Maigaard et Peary, Nansen n'en a vu dans l'intérieur. Comme il a été dit, le champ de glace se relève par étages successifs avec une régularité singulière; de distance en distance, la surface plane s'interrompt d'une ligne d'ondulations, orientées dans le sens du méridien, qui supportent une nouvelle plaine dominant la première. Pareille disposition est propre à l'Inlandsis et ne peut évidemment pas correspondre à la contexture du sol. Cela n'est pas moins manifeste du plateau supérieur, une table immense, presque horizontale sur une largeur de plusieurs centaines de kilomètres, et dont la ligne de faîte demeure à un niveau presque constant sur de longues distances. S'il était supporté par une chaîne de montagnes, il n'aurait pas cette largeur énorme, et sa ligne de faîte, au lieu d'être droite, se composerait d'une série de dentelures fortement accusées. D'autre part, il n'est pas possible qu'il soit supporté par un haut plateau rocheux. Il n'existe pas dans le monde connu une terre de l'étendue du Groenland qui, flanquée sur tout son pourtour de montagnes élevées, serait constituée à l'intérieur par un plateau continu de deux à trois mille mètres d'élévation. Seuls les grands corps continentaux, le Mexique, le Pérou, le Thibet offrent des masses émergées aussi grandioses. D'ailleurs ce ne sont pas de vastes surfaces planes, mais des cimes très découpées qui en forment les sommités.

Le climat qui règne aujourd'hui dans les diverses parties du Groenland explique que l'Inlandsis conserve le profil arqué qu'elle a prise. L'action des influences réchauffantes s'y exerce avec une énergie décroissante des extrémités au centre, par le double effet de l'altitude supérieure de la coupole glaciaire et de l'éloignement plus grand des mers libres et des terres découvertes de neige,

récepteurs et distributeurs alternatifs de la chaleur. Il s'ensuit que les pertes résultant de la fusion excèdent l'apport en neige des précipitations atmosphériques dans la zone externe de l'Inlandsis, tandis que c'est l'inverse qui se produit dans la zone interne. Il s'opère donc un déplacement continuel des glaces de cette dernière zone vers la première dont elles viennent réparer les pertes.

Que l'on s'imagine une pluie de sable tombant avec une intensité partout égale sur une surface donnée, et une action expulsive, n'agissant qu'aux contours de cette surface et entraînant le sable qui s'y accumule : il va se former un monticule aux faces inclinées vers les bords et dont la partie centrale sera culminante. Ce monticule reproduira l'allure générale du profil de l'Inlandsis, parce qu'il est alimenté d'une façon analogue. Il faut noter cette différence cependant, qu'au Groenland la partie centrale est alimentée beaucoup plus abondamment que les autres: assertion toute conjecturale, il est vrai, en l'absence d'observations directes, mais hautement probable.

En effet, l'étude des phénomènes météorologiques révèle que dans une région déterminée, soumise à des conditions climatériques sensiblement uniformes, ce sont les localités les plus élevées qui reçoivent en moyenne annuelle la plus grande somme d'humidité. C'est la condition remplie par la portion médiane de l'Inlandsis qui, à l'exception d'un petit nombre de pics isolés, domine de sa masse compacte toute la péninsule. En outre, la presque totalité de l'humidité qu'elle reçoit, même en été, y tombe sous forme de neige, la manne nourricière du champ de glace, au lieu que, pendant cette saison, les précipitations atmosphériques se produisent principalement sous forme de pluie dans la région plus basse et voisine des côtes. Afflux énorme de matériaux assimilables, pertes presque nulles, telle est la situation privilégiée des plateaux supérieurs, et il faut la plasticité singulière de la glace pour expliquer comment, dans de pareilles conditions, son pro-

fil soit arrivé à décrire un arc aussi surbaissé. Aussi, partout où l'on a pu l'observer, la surface de l'Inlandsis est animée d'un mouvement continu de plusieurs mètres par jour ; et l'on pourra se faire quelque idée de l'immensité des masses en mouvement si l'on songe que ce ruissellement de matières solides représente, sous forme de glace et de neige, c'est-à-dire sous un volume supérieur à celui de l'eau, toute l'humidité reçue par une surface d'un million de kilomètres carrés, très abondamment arrosée, où l'évaporation est insignifiante et nulle l'absorption souterraine. En ne donnant à la tranche d'eau qu'elle reçoit annuellement qu'une épaisseur de cinquante centimètres, cela ferait encore cinq cent cinquante mille kilomètres cubes de glace transportée.

En résumé, le profil actuel de l'Inlandsis est la résultante de la combinaison de deux actions distinctes exercées, la première par le régime climatérique, — c'est de beaucoup la plus importante, — la seconde par le relief terrestre. Le relief principal de la péninsule, j'y reviendrai dans un instant, est très probablement la chaîne de montagnes qui longe le *littoral de l'est ;* c'est à lui qu'il faut attribuer l'inclinaison plus forte et la moindre largeur de la face orientale de la coupole glaciaire, la forme légèrement ramassée à l'est qui a été signalée plus haut.

Il n'est pas inutile de remarquer en outre que la partie de cette coupole qui joint les montagnes de la côte *occidentale* présente un niveau inférieur à l'altitude moyenne de celles-ci et qu'elle se relève constamment vers l'orient. Il semble donc que le champ de glace descendant de l'est ait ainsi comblé la région interne de la péninsule, comme les grands glaciers descendus jadis du Mont Blanc comblèrent la plaine suisse entre les Alpes et le Jura pour projeter leurs extrêmes coulées à travers les brèches de celui-ci, jusque dans la Franche-Comté.

V

LES CAUSES DU RÉGIME GLACIAIRE.

Le climat actuel explique la présence d'une Inlandsis dans l'intérieur du Groenland. Mais il reste à découvrir pourquoi il est tout à la fois si froid et si humide, et la question est d'autant plus obscure que la rigueur de ce climat est certainement due en partie à la haute altitude et à l'énorme étendue du plateau central de l'Inlandsis. Or, ce plateau n'existait pas avec cette altitude et cette étendue avant l'établissement du régime glaciaire. Avant d'en être une des causes, il a été un effet de ce régime. On ne peut à la fois expliquer le climat par le relief et le régime par le climat.

Même après son second voyage en 1883, Nordenskiöld inclinait encore à admettre l'existence d'un pays découvert de glaces dans l'intérieur de la péninsule, parce que le climat, influencé par les vents secs et relativement chauds auxquels on a donné en Suisse le nom de *foehn*, devait y être moins favorable que celui des côtes au développement des glaciers.

Sous toutes les latitudes, en effet, on a observé que les vents marins chargés d'humidité qui, abordant un continent, traversent d'abord une chaîne de montagnes pour redescendre ensuite dans une plaine plus basse, y deviennent secs et relativement chauds. Ce sont ces vents qui relèvent en été la température des plateaux de la Suède centrale et leur donnent pendant cette saison un climat beaucoup plus tempéré que celui des côtes de Norvège. Or, pour autant qu'on en peut connaître, par les roches qui la constituent, les maîtresses lignes de ses contours, l'allure de ses montagnes, l'ensemble de ses formes géographiques, la grande péninsule arctique rappelle la Scandinavie. Le principal alignement de hauteurs y ondule parallèlement aux rivages de la mer de Baffin et du détroit de Davis et protège ses plateaux intérieurs contre les

vents humides du large. Ils baignent donc dans une atmosphère moins humide et plus tiède que la région contiguë à la mer ; puisque celle-ci est débarrassée de neige, on peut conclure à plus forte raison qu'il doit en être de même de ceux-là.

Ainsi raisonnait Nordenskiöld, et son argumentation, on doit en convenir, ne manquait pas de valeur. Il ne faut pas oublier en outre que le Groenland est la plus méridionale des terres arctiques, que le cap Farewel est situé par 59°50′ de latitude nord, la latitude de Christiania, de Saint-Pétersbourg et des îles écossaises ; que d'immenses régions, en Suède, en Russie, en Sibérie, dans l'Alaska, quoique situées plus au nord, sont couvertes de forêts et de pâturages, et quelques-unes d'entre elles relativement peuplées. Enfin il est sans exemple, encore une fois, que l'intérieur d'un massif continental ou insulaire d'une épaisseur considérable n'ait pas un climat estival plus chaud que celui des côtes situées sous la même altitude. Les faits n'en ont pas moins donné à tous ces raisonnements un éclatant démenti. Ce serait grande témérité de ma part d'en vouloir donner l'explication, et je me contenterai d'exprimer ici quelques réflexions.

Il n'est nullement démontré, cela a été dit plus haut, que le relief principal du Groenland borde la côte occidentale. Si cette côte apparaît au navigateur, qui en côtoie les rivages, couverte de rochers abrupts, encaissant des fjords étroits assombris par leur reflet, hérissée plus loin de montagnes arrondies, hautes de mille à quinze cents mètres, il s'en faut qu'à l'est le Groenland revête les aspects d'une terre basse. Presque partout où elle a pu être aperçue, la rive orientale s'est montrée garnie de cimes alpestres. Les sommets de 2000 mètres n'y sont point rares, et c'est là que se rencontre le plus superbe des pics signalés jusqu'à présent, le mont Petermann, qui atteint 3300 mètres. Le voyage de Nansen, je le rappelle, a de plus fait connaître que le flanc de l'Inlandsis se relève

très rapidement de ce côté et qu'il est perforé en divers endroits de nunataks qui le dominent de plusieurs centaines de mètres. Aussi actuellement la plupart des géographes placent-ils dans son voisinage le faîte de partage des versants, qui présenterait sa pente rapide vers l'Atlantique et sa longue contre-pente vers la mer de Baffin. La région centrale, même en la supposant plus basse que la zone côtière, aurait été ainsi, au début de la période glaciaire, assiégée sur tout son pourtour par une multitude de glaciers descendus de toutes les combes des chaînes de montagnes enveloppantes et recouverte peu à peu d'une calotte de glace, qui s'est épaissie avec une rapidité croissante à mesure que le climat se refroidissait davantage par l'effet du nivellement de toute la masse émergée à une altitude moyenne de plus en plus considérable.

D'ailleurs, au Groenland aussi bien que sur le reste du globe, dans l'hémisphère austral comme dans l'hémisphère boréal, le régime glaciaire a eu jadis une extension qu'il n'a plus aujourd'hui. Dans une foule de localités des établissements danois, des vestiges nombreux de l'action des glaciers témoignent, sans doute possible, qu'à la même époque où un champ de glace colossal, ensevelissant toute la Scandinavie, la Baltique et l'Allemagne du Nord, reculait ses limites jusqu'en Saxe et jusqu'en Campine, l'Inlandsis du Groenland s'étendait, elle aussi, bien au delà de ses limites actuelles, et couvrait toute la contrée maintenant dégagée pour plonger au loin dans la mer le pied de ses falaises terminales. Elle a pu, durant cette période où l'humidité des couches atmosphériques atteignit son maximum, envahir les plaines de l'intérieur, fussent-elles plus sèches et plus chaudes que la région maritime, les recouvrir jusqu'à une grande hauteur et par suite transformer la relation antérieure des climats entre les côtes et la zone centrale. Plus tard, quand le régime glaciaire perdit de son intensité, c'est par les extrémités, inclinées jusqu'au niveau des mers, que s'opéra le recul

du champ de glace, tandis que les parties internes, soustraites par leur altitude aux influences réchauffantes et continuant d'attirer sur elles, grâce à leur situation dominante, la plus grande part de l'humidité aérienne, maintenaient la relation nouvelle des climats.

Peut-être les terres libres du Groenland sont-elles aujourd'hui partiellement redevables de leur situation favorisée à la haute cime de l'Inlandsis, devenue le principal foyer d'appel des nuées qui se déchargent sur la péninsule. On peut se demander encore si, la gigantesque carapace glacée un instant détruite, le jeu naturel du climat, transformé par cet événement, n'en empêcherait pas la reconstitution. Il est vrai qu'il a dû en être de même en Scandinavie à la fin de la période glaciaire ; et malgré les montagnes de la rive norvégienne, presque aussi hautes que celles du Groenland, et l'entassement de glace qui les recouvrait, l'Inlandsis européenne a fondu tout entière, bien qu'en notable partie elle fût plus rapprochée du pôle que celle du Groenland. Ce qui défend cette dernière, ce sont les banquises qui l'entourent d'une ceinture glaciale. Tandis que les glaces flottantes ne descendent pas en dessous du 74e parallèle dans l'Atlantique oriental, qu'on n'en voit jamais sur le littoral de Norvège, elles se rencontrent jusqu'au 37e parallèle, celui de la Sicile, au large des côtes américaines. C'est un écart de plus de 4100 kilomètres.

Cette distribution des glaces flottantes est un effet du régime des vents et des courants marins, dont les lois sont encore bien ignorées ; mais, quelles qu'en soient les causes, le fait est là. Durant tout l'été, d'immenses banquises occupent le milieu de la mer de Baffin et du détroit de Davis, et flanquent d'un rebord glacé toute la côte orientale. On comprend l'influence désastreuse exercée sur le climat estival du Groenland par ces immenses amas de glaçons en fusion qui absorbent tout le calorique de l'air et provoquent la condensation rapide des nuages qui

passent au-dessus d'eux avant d'aborder la péninsule. En outre, ainsi que M. Nansen a pu le constater dans son voyage, le vent dominant sur l'Inlandsis est celui du nord-est qui, avant de l'atteindre, prend d'enfilade toute la banquise de la côte orientale. Ce fait suffit à expliquer la température glaciale de ce vent, et comment le versant atlantique du champ de glace, à l'inverse des pentes les plus basses du versant opposé, ne se dépouille jamais de neige, même en été.

J. DE LA VALLÉE POUSSIN.

L'INFLUENZA

Personne n'a oublié les sentiments divers causés par l'épidémie d'influenza qui a parcouru non seulement l'Europe, mais le monde entier, dans le cours des années 1889-1890. Les premières nouvelles nous venaient de Russie ; les journaux politiques et les agences télégraphiques ne cessaient de préoccuper l'opinion publique par l'annonce des ravages que cette maladie exerçait dans l'empire du Czar. Les renseignements qui nous arrivaient étaient fort contradictoires. Au dire des uns, il s'agissait d'un grave fléau, qui causait presque autant de désastres que le choléra ; d'après d'autres, au contraire, c'était une affection bénigne, dont on exagérait l'importance ; quelques-uns allaient jusqu'à taxer l'influenza de *maladie à la mode*, qu'il était de bon ton de contracter, mais dont il était parfaitement inutile de s'inquiéter.

Cependant le mal se propageait, d'abord lentement, puis, lorsqu'il eut traversé la frontière russo-prussienne, avec une rapidité tout à fait extraordinaire. En quelques semaines, il avait envahi presque tous les pays de l'Europe centrale et, on peut le dire en toute vérité, après un temps relativement très court, une grande partie de la population était alitée, terrassée par le fléau.

Au début de son apparition dans nos contrées, on continuait à se gausser de cette invasion. Les journaux satiriques y puisaient le sujet de leurs meilleures caricatures ; les revues de fin d'année (nous étions alors au mois de décembre) y trouvaient d'excellentes matières à plaisanterie ; les journaux politiques les plus sérieux n'en parlaient qu'avec scepticisme, si pas avec ironie.

Mais bientôt les yeux se dessillèrent ; de toutes parts on annonçait des catastrophes causées par cette influenza à laquelle on ne voulait pas croire. Des hommes robustes disparaissaient en quelques jours, à la suite d'imprudences qui semblaient être autorisées par la prétendue bénignité de l'épidémie. Mais c'était surtout parmi les hommes d'un certain âge et les personnes d'un tempérament faible et délicat que le mal causait des ravages vraiment effrayants. De toutes parts on apprenait que les relations sociales et commerciales étaient profondément troublées par le fléau qui atteignait un si grand nombre de sujets à la fois (1). La mortalité s'élevait considérablement, surtout dans les grandes villes, où souvent elle avait doublé le chiffre moyen des décès de cette époque de l'année. Les esprits s'inquiétèrent à la vue de ces désastres. On interrogeait les médecins sur l'origine de cette singulière maladie dont on n'avait jamais entendu parler. Mais les praticiens étaient peu au courant de la question. Les connaissances historiques sont peu en honneur dans la science médicale. Ce n'est qu'à la suite de cette épidémie qu'on fouilla les archives de l'histoire et qu'on découvrit que l'influenza, loin d'être une maladie nouvelle, avait déjà fait de fréquentes apparitions en Europe.

(1) Pour donner une idée de la rapidité avec laquelle l'influenza se propageait, il nous suffira de rapporter que dans une grande maison d'éducation dont nous sommes le médecin, nous avons constaté la progression suivante dans le nombre des malades, sur une population de 160 pensionnaires : 1er jour, 1 malade; 2e jour, 4 malades; 3e jour, 16 malades; 4e jour, 42 malades; 5e jour, 80 malades; 6e jour, 120 malades; 7e jour, 130 malades; puis la maladie s'éteignit.

Puis, lorsque le fléau eut à peu près disparu, les corps savants voulurent rassembler les matériaux nécessaires pour reconstituer la marche de l'épidémie. Des enquêtes furent instituées, soit par les ordres des gouvernements, soit par l'initiative de sociétés de médecine. C'est ainsi qu'on a pu arriver à élaborer des rapports complets et précis sur les principaux caractères de la maladie. L'Allemagne s'est particulièrement distinguée dans ce travail difficile et considérable. C'est à elle que nous devons les ouvrages les plus intéressants et les plus dignes de foi; nous avons largement mis ces écrits à contribution dans l'exposé que nous allons faire de l'état actuel de la science sur l'influenza (1).

I

HISTORIQUE.

Il est difficile de faire l'histoire exacte et complète de l'influenza. Un grand nombre de données portant sur les siècles passés ne viennent pas de source médicale; elles sont souvent si peu précises, qu'on ne pourrait affirmer d'une façon positive qu'il s'agissait réellement de l'influenza. Ce qui augmente encore la difficulté, c'est la confusion qui s'est introduite dans la dénomination de cette maladie. C'est ainsi que nous voyons les auteurs se servir tour à tour des mots d'influenza, de fièvre catarrhale, de toux épidémique, de coqueluche, de grippe, de grand rhume, de maladie russe, etc. Quelquefois ces noms s'appliquaient à de véritables épidémies d'influenza, d'autres fois ils étaient donnés à des affections d'une tout autre nature. Ce n'est guère qu'à partir de la fin du XVIIIe siècle que les notions sont devenues plus claires et plus certaines.

(1) Leyden und Guttmann, *Die Influenza-Epidemie 1889-90.* Wiesbaden, Bergmann, 1892. — Ripperger. *Die Influenza, Ihre Geschichte, Epidemiologie, Aetiologie*, u. s. w. München., Lehmann, 1892. — Wolff., *Die Influenza-Epidemie 1888-92.*

Quoi qu'il en soit, il semble que l'on peut faire remonter la première apparition de l'influenza au XIVe siècle. Quelques auteurs prétendent que l'origine de cette maladie doit être reportée plus haut; mais les renseignements que nous possédons sur les époques antérieures sont trop vagues pour qu'on soit en droit d'affirmer que c'était bien de l'influenza qu'il était question dans ces ouvrages.

La première épidémie qui puisse être positivement rattachée à l'influenza est celle de 1387. Il semble, d'après quelques écrits, qu'elle ait commencé dans le midi de l'Europe et qu'elle se soit dirigée du midi vers le nord. Nous la trouvons en janvier à Florence, vers les Pâques à Strasbourg et à peu près en même temps en France, à Augsbourg et dans l'Allemagne septentrionale. Deux auteurs, écrivant au XVIe et au XVIIe siècle, disent que les neuf dixièmes de la population furent atteints; par contre, la mortalité a dû être relativement minime. Les enfants furent assez préservés; ce sont les vieillards qui payèrent le plus large tribut à la maladie.

Nous avons très peu de données sur plusieurs épidémies qui régnèrent au commencement du XVe siècle, notamment en 1403, 1404, 1411, 1414 et 1427. Il est cependant permis de croire qu'il s'agissait bien réellement de l'influenza.

Un peu plus précis sont les renseignements sur l'épidémie qui a régné en 1510. Les descriptions que nous trouvons dans des ouvrages du siècle suivant ne laissent pas de doute sur la nature de cette maladie. Cette fois-ci encore, le nombre de personnes atteintes fut très considérable; il y a plus de divergences au sujet de la mortalité. Quant à l'itinéraire suivi par le fléau, nous manquons absolument de données pour pouvoir en juger.

Nous voici en 1557. La maladie qui sévit à cette époque est bien certainement l'influenza. Ce qui la caractérise surtout, c'est la rapidité avec laquelle elle se répand. Dans la ville d'Alkmar, en Hollande, par exemple,

un millier de personnes tombèrent malades presque en même temps. Comme dans les épidémies antérieures, la morbidité fut très élevée; quant à la mortalité, les avis sont très partagés. On peut conjecturer que la marche de l'épidémie suivit, comme en 1387, une direction du midi vers le nord. Elle sévissait en juillet à Nîmes et en Espagne, en septembre et octobre dans le nord de la France, en octobre en Hollande, probablement en août et septembre dans toute l'Allemagne.

Nous ne parlerons que pour mémoire, faute de documents précis, d'une épidémie qui paraît avoir fait des ravages en 1562 et 1563.

L'année 1580 se signala par une nouvelle éruption de l'influenza, qui n'atteignit pas seulement l'Europe, mais aussi l'Afrique et l'Asie; il est même probable que l'Afrique fut atteinte la première. Nous retrouvons de nouveau les caractères des épidémies antérieures : une très grande morbidité faisant contraste avec une mortalité relativement peu élevée; plusieurs auteurs attribuent une grande partie des décès à l'abus que l'on fit de la saignée. Les auteurs sont unanimes pour dire que la maladie frappa tous les âges, toutes les classes de la société, que sa propagation ne fut influencée ni par la saison, ni par la direction du vent, et qu'elle s'étendit à toutes les localités, aussi bien sur les montagnes que dans les vallées, dans les pays marécageux ou humides comme dans les contrées boisées. Il y a lieu de croire que l'itinéraire de l'épidémie fut encore une fois du midi au nord: en effet, elle sévissait en mai dans la Lombardie et à Avignon; en juin, en Sicile et en Belgique; en juillet, à Rome et à Tubingen; en août, à Naples et à Constantinople; en septembre, en Allemagne et en Hongrie; en octobre, sur les bords de la Baltique; en novembre et en décembre, en Danemark et en Suède.

Viennent ensuite plusieurs épidémies dont nous ne dirons rien, sinon que la description qui en est donnée

par les auteurs fait bien supposer qu'il s'agit de l'influenza. Mais nous ne savons que peu de chose sur leur marche, leur gravité, leur durée. Ce sont les années 1593, 1626, 1657-58, 1675, 1688, 1693, 1709 et 1712 qui ont été marquées par l'existence de l'influenza.

L'épidémie de 1729-30, sur laquelle nous avons des renseignements assez détaillés, se caractérisa surtout par le nombre extrêmement considérable de personnes atteintes. On compta 14000 malades à Turin, 50000 à Milan, 60000 à Rome, 2000 à Lausanne. La mortalité paraît avoir été relativement peu élevée. La direction suivie par le fléau ne fut plus la même que dans les épidémies antérieures. C'est en Russie qu'on le signale en premier lieu (Moscou et Astrakhan, en avril 1729); de là il se répandit en Allemagne (Breslau, en septembre), en Autriche (Silésie, en octobre), en France, en Suisse, en Angleterre (novembre et décembre); enfin en Italie (janvier à mars 1730). Il semble donc que, cette fois-ci, la marche ait eu lieu de l'est vers l'ouest.

Deux ans plus tard (1732-33), nouvelle invasion de l'influenza; toujours beaucoup de malades, peu de décès. La propagation de l'affection fut très irrégulière; les auteurs ne sont pas d'accord sur l'itinéraire suivi par le mal.

En 1742-43, la maladie reprit avec une nouvelle intensité; mais, s'il faut en croire les écrits de l'époque, sa marche fut très différente de celle des autres épidémies. On la signale en janvier et février 1742 dans la Saxe; en automne, elle est en Suisse; en octobre, novembre et décembre, elle a envahi l'Italie; puis, en février 1743, elle a gagné Paris et Bruxelles; en mars, nous la trouvons en Hollande et, au mois d'avril, en Angleterre. Elle s'est donc dirigée d'abord du nord au sud, plus tard du sud au nord-ouest.

Nous ne ferons que mentionner les épidémies de 1758, 1761, 1762, 1767, 1775-76, 1779-80 et 1780-81. Elles

n'ont rien présenté de très particulier ; leur marche a été souvent assez irrégulière, pour autant que l'on peut en juger d'après les données très vagues que nous fournissent les ouvrages de l'époque.

Une des épidémies les plus violentes qui aient jamais régné fut celle de 1782. Il est assez probable que la première origine du mal fut, cette fois-ci, l'Inde orientale, qui est ravagée en novembre 1781. De là, l'influenza gagne Moscou (décembre 1781) et Saint-Pétersbourg (janvier 1782) ; puis elle passe en Allemagne (février), en Danemark et en Angleterre (avril), en Suède, Saxe, Autriche (mai), en Hollande, Belgique, France et Italie (juin), en Espagne (août). Les progrès du fléau furent cette fois relativement assez lents, mais presque toujours dans la même direction, de l'est à l'ouest et plus tard vers le sud. On remarque que plusieurs fois elle procède par sauts assez considérables et qu'elle épargne des localités intermédiaires, ou qu'elle n'atteint que plus tard ces localités primitivement épargnées. Comme toujours, le nombre des malades est très grand, mais la mortalité est relativement modérée. Pour la première fois, on suit de plus près la propagation du mal ; plusieurs auteurs constatent que l'influenza n'éclate dans un endroit qu'après l'arrivée de personnes qui venaient de l'étranger, soit qu'elles fussent malades elles-mêmes, soit qu'elles vinssent d'un foyer épidémique.

L'Europe fut encore visitée par cette maladie en 1788 ; la marche générale fut de nouveau assez régulière, de l'est vers l'ouest. En 1789, on signale une épidémie dans le Nouveau-Monde : dans l'Amérique du Nord, de septembre à novembre ; en décembre, dans l'Amérique du Sud. N'est-il pas à présumer que le mal s'était propagé de l'Europe vers le continent américain ?

A la fin de l'année 1799, l'influenza fit assez de ravages en Russie et dans le nord-est de l'Europe. On est porté à croire qu'elle venait de la frontière chinoise. Mais

l'épidémie ne prit pas une grande extension ; elle ne dépassa pas les provinces orientales de la Prusse.

Nous arrivons au XIXe siècle. Il est peu d'années de ce siècle où l'on n'ait signalé, souvent à tort, l'existence d'épidémies d'influenza. Le Dr Hirsch a relevé, de 1800 à 1875, environ 45 épidémies de ce genre. Mais il est plus que probable que, dans un grand nombre de cas, il s'agissait de maladies toutes différentes de celle qui nous occupe.

En 1802-1803, une épidémie assez bénigne règne en Allemagne, en Italie et en Angleterre. Moins sérieuse encore fut celle de 1805-1806, qui s'étendit à la Russie, l'Allemagne, la France et le nord de l'Italie.

Au commencement de 1830, l'influenza est signalée en Chine, d'où elle se transporte en Russie (novembre); pendant l'hiver, elle s'étend à ce pays tout entier ; en avril 1831, elle gagne l'Allemagne ; en mai, la France et l'Angleterre ; en novembre, l'Italie, et en même temps les États-Unis d'Amérique ; en janvier 1832, elle a envahi l'Espagne et puis disparaît de l'Europe, tout en continuant ses ravages dans les autres parties du monde. Cette épidémie n'offrit, du reste, aucune particularité méritant d'être relevée.

Une année ne s'était pas écoulée que déjà l'on voit réapparaître le fléau. Il arrive de nouveau des Indes (décembre 1832); il est en Russie au mois de janvier 1833 ; il traverse la frontière russo-allemande en mars et se répand successivement en Danemark, Suède, Autriche, France et Angleterre (avril), en Italie (mai), en Suisse (septembre). Il paraît que jamais la morbidité n'avait été aussi étendue ; d'après certains observateurs, il est des localités dans lesquelles la maladie n'épargna pour ainsi dire pas un habitant, au point d'entraver ou d'arrêter complètement toutes les relations sociales, commerciales et autres. Quant à son mode de propagation, on constata que le mal passait souvent d'une grande ville à une autre pour rayonner ensuite dans les villages et les contrées

environnantes. La mortalité ne fut pas très considérable. Quant à la voie suivie, il suffit de consulter les dates ci-dessus indiquées pour voir que l'influenza conserva encore une tendance bien marquée à se diriger de l'est vers l'ouest.

Une nouvelle invasion du fléau se déclare en 1836. C'est, encore une fois, à l'est de l'Europe qu'il éclate d'abord ; il sévit en novembre 1836 à St-Pétersbourg, en décembre à Copenhagne, Stockholm, Berlin et Londres, en janvier 1837 en France, en Belgique, en Autriche, en Suisse, au mois de février en Portugal, en Espagne, en mars nous le trouvons en Suisse et en Italie. C'est toujours de l'est vers l'ouest que le mal se propage. Il est avéré que, dans beaucoup de pays, l'influenza fut plus grave qu'antérieurement : c'est ainsi qu'à Paris la mortalité moyenne fut doublée et à Londres presque quintuplée.

De 1838 à 1847, on signale encore, de ci et de là, plusieurs épidémies d'influenza ; mais aucune d'elles n'eut ni l'importance ni l'étendue de celles que nous venons de décrire.

Il faut aller jusqu'en 1847 pour retrouver une nouvelle éclosion de cette maladie. Cette fois-ci, c'est à Constantinople qu'elle éclate en premier lieu (août 1847), pour se répandre de là sur le littoral de la Méditerranée, dans le sud de la France, puis dans le nord, l'Allemagne, le Danemark, la Belgique, la Hollande et l'Angleterre. Par contre, la Suisse, l'Italie et l'Espagne ne furent atteintes que beaucoup plus tard. Le nombre de malades fut très considérable et la mortalité assez élevée. Comme nous venons de le voir, dans cette épidémie, c'est la direction du midi vers le nord qui prédomina.

A partir de 1850 jusqu'en 1889, il n'y a plus eu que des épidémies restreintes et peu graves de l'influenza. Ce qui le prouve, c'est que pendant toute cette période la littérature médicale est extrêmement peu fournie au sujet de cette

maladie ; il faut bien admettre que ce silence est dû à ce que les ravages causés par l'influenza n'ont plus été assez notables pour mériter l'attention des médecins. Les seules épidémies un peu importantes sont celles de 1850-51, 1855 et 1857-58. Mais, même dans ces dernières années, il n'y a jamais eu de morbidité comparable à celle des épidémies de 1831, 1836-37 et 1847-48.

Nous arrivons aux deux épidémies que nous avons traversées et sur lesquelles nous nous étendrons un peu plus longuement : les ayant vécues, nous nous y intéressons davantage ; d'autre part, les progrès modernes des recherches scientifiques nous mettent à même de mieux tirer parti des observations recueillies par les médecins.

Épidémie de 1889-90. — Cette épidémie a été caractérisée, plus que les précédentes, par l'extrême rapidité avec laquelle elle s'est étendue à tout le globe terrestre. On signale les premiers cas en Russie au mois d'octobre 1889 ; déjà en novembre, l'influenza a gagné l'Allemagne et la France ; elle s'est propagée en décembre à l'Autriche, la Suède, le Danemark, la Suisse, l'Italie, l'Espagne, le Portugal, la Belgique, les Pays-Bas, l'Angleterre, les Balkans et l'Amérique du Nord ; en janvier 1890, nous la trouvons en Algérie, Égypte, Perse, et au mois de février elle s'est étendue jusqu'au Cap de Bonne-Espérance ; au mois de mars, on annonce son arrivée dans les Indes et en Australie, au mois d'avril et de mai elle est en Chine et sur les côtes occidentales de l'Afrique.

D'après l'examen des faits, il paraît incontestable que la propagation de ce fléau a été plus ou moins sous la dépendance des communications humaines. Ce qui le prouve, c'est qu'on le voit souvent sauter d'une grande agglomération d'hommes à une autre pour se répandre ensuite par voie de rayonnement sur les pays d'alentour ; ce qui le montre également, c'est la grande rapidité avec laquelle le mal s'est propagé, une fois qu'il est arrivé dans

les contrées où les voies de communication par chemins de fer ou par bateaux sont très nombreuses.

Si l'on fait abstraction des variations de marche dues à des causes locales, il est incontestable que, dans son ensemble, l'influenza s'est constamment dirigée, au moins en Europe et en Amérique, de l'est vers l'ouest.

C'est le Dr Heyfelder, médecin en chef de la section russe du chemin de fer en construction dans l'Asie centrale, qui a recueilli les premières observations. Vers la fin de mai 1889, il se déclara parmi les Européens habitant la ville de Bukhara une maladie épidémique, dont on ne reconnut que plus tard la véritable nature. Les indigènes restèrent d'abord indemnes, mais, dès le mois suivant, ils furent également atteints; la moitié de la population du Turkestan paraît avoir payé son tribut au fléau.

Pendant les mois qui suivirent, la maladie se propagea d'une part vers le nord-est pour gagner la Sibérie orientale, d'autre part vers l'ouest en suivant la nouvelle route russe par terre vers le Caucase et le sud de la Russie d'Europe. L'extension du mal à l'est fut sans doute arrêtée par la haute chaîne de montagnes qui forme la frontière orientale des Indes, et dont les cols sont difficilement franchis. La Chine également, à l'est, ne paraît avoir été atteinte que l'année suivante; la Perse, située au sud, fut touchée dès la fin de novembre 1889. Il est assez difficile de dire comment le mal s'est propagé dans l'Asie centrale et quelle voie il a suivie pour arriver à St-Pétersbourg.

Le fait est que les premiers cas d'influenza furent observés à *St-Pétersbourg* vers la fin d'octobre et au commencement de novembre. L'épidémie prit rapidement une grande extension; en peu de jours, toute la vie sociale et publique fut troublée; les écoles étaient à moitié vides; des fabriques durent se fermer; des tramways durent suspendre certains trajets; les militaires valides furent à peine suffisants pour le service de la garnison. En deux mois, il y eut près de 450 000 personnes atteintes, alors que le

nombre total des malades pendant toute la durée de l'épidémie ne s'éleva qu'à 650 000. Au début, on considéra la maladie comme bénigne ; mais le chiffre élevé de la mortalité donna bientôt un démenti à ces prévisions trop optimistes.

Les environs de la capitale (Peterhof, Gatschina, Cronstadt) ne tardèrent pas à être contaminés, de même que les autres parties de la Russie. L'influenza est signalée en octobre à Moscou, Kasan, Wilna, en novembre à Riga, Sébastopol, Odessa, et vers la fin de ce mois il n'est plus une seule ville de la Russie d'Europe qui soit encore indemne.

Dès le commencement de novembre, l'épidémie fait invasion en *Allemagne;* les premiers cas observés se montrèrent d'abord en Saxe et peu après à Berlin. Dans cette dernière ville, le fléau prit rapidement une grande extension ; au 15 décembre, il y avait déjà eu près de 150 000 malades, et la moitié de la population fut atteinte dans le cours de l'épidémie. La mortalité s'éleva de 18,7 à 37,7 pour 1000, soit de plus du double. A peu près en même temps, on apprend que la maladie a éclaté à Danzig, Kiel, Stettin, quelques jours plus tard à Breslau, Mayence, Francfort, ensuite à Munich, Hanovre, Cologne, Strasbourg, puis à Posen, Magdebourg, bientôt à Hambourg, Metz, Stuttgard, enfin à Carlsruhe, Bonn, Dusseldorf, Heidelberg, Trèves.

Dans l'entretemps, le fléau s'était également propagé en *Danemark,* en *Suède* et en *Finlande.* La Norvège paraît n'avoir été atteinte que plus tard, lorsque presque toute l'Europe avait déjà été envahie.

La capitale de l'Allemagne était à peine contaminée, que déjà on annonçait l'arrivée de l'influenza à *Paris.* Les débuts de l'épidémie furent assez curieux ; c'est dans les grands magasins du Louvre qu'on observa les premiers cas. Vers le 26 novembre, plusieurs employés de cette célèbre maison se plaignirent de douleurs de tête et

d'abattement général, ce qu'on attribua d'abord à un chauffage trop intense des locaux. Mais le 4 décembre, plus de 100 personnes avaient dû cesser leur service ; ce chiffre s'éleva rapidement à 500. Le directeur du Louvre consulta l'architecte, puis le médecin de la maison, qui ne surent à quoi attribuer cette épidémie. Bientôt l'état sanitaire de ces magasins s'ébruita, et les Drs Brouardel et Proust, ayant été chargés de faire un rapport, reconnurent qu'il s'agissait tout simplement de l'influenza.

Peu après le mal se répandit avec la rapidité de l'éclair dans toute la capitale et apporta une grande perturbation dans la vie de la capitale de la France. L'école de Saint-Cyr et beaucoup d'autres établissements durent être fermés ; sur 1000 employés du bureau central des postes et télégraphes, 400 se trouvaient alités à la date du 9 décembre ; le commerce souffrit énormément ; les théâtres suspendirent leurs représentations ; bref, Paris eut rarement un nouvel an aussi triste. La mortalité s'éleva considérablement, au point de dépasser celle occasionnée par le choléra en 1884.

L'épidémie ne resta pas confinée à Paris ; elle envahit bientôt les autres villes, et dès le commencement du mois de janvier elle avait gagné à peu près toute la France ; partout le nombre des malades fut très élevé et la mortalité augmenta également dans une forte proportion.

Les Pyrénées ne tardèrent pas à être franchies ; on constata les premiers cas en *Espagne* dès le 12 décembre. Madrid paya un lourd tribut à la maladie, qui fit deux fois plus de victimes que le choléra de 1885. Le *Portugal* fut bientôt également envahi, de telle sorte qu'à la fin de décembre l'épidémie s'étendait sur la presqu'île ibérique tout entière.

L'influenza faisait, en même temps, des progrès constants dans les autres pays de l'Europe. Quelques cas furent signalés en *Autriche* au commencement de décembre ; mais c'est seulement à la fin de ce mois que la maladie

gagna Vienne. Ici encore, une grande partie de la population subit les atteintes de l'épidémie; les hôpitaux furent rapidement encombrés; et le nombre de décès dépassa de beaucoup la moyenne des autres années.

Bientôt on annonça l'arrivée du mal dans les pays voisins : la *Hongrie*, la *Bohême*, la *Roumanie*, la *Bulgarie*, la *Serbie*, puis la *Turquie* et la *Grèce*.

Si nous remontons au nord de l'Europe, nous constatons la même marche rapidement envahissante de l'influenza. C'est ainsi que la *Belgique* était contaminée vers le milieu de décembre. Les progrès de la maladie y furent également très rapides. A peine avait-on observé les premiers cas à Bruxelles, que déjà on annonçait l'apparition du fléau à Anvers, à Gand, à Liége et successivement dans tout le pays.

Vers la même époque (20 décembre), nous voyons l'épidémie éclater en *Angleterre* et en *Écosse;* cependant elle n'y prit une grande extension que dans le courant de janvier, en même temps qu'elle gagnait l'*Irlande*. Londres se trouva bientôt dans les mêmes conditions que les autres grandes capitales. Pour en donner une idée, il suffit de rappeler que, sur les 10 000 employés de la poste, 216 tombèrent malades le 24 décembre, 343 le 26 décembre; cette progression continua au point que, le 4 janvier, 1160 de ces employés étaient alités, 1300 le 5 et 1800 le 6 janvier. Le service de la police, des tramways et des omnibus fut désorganisé dans la même proportion. La mortalité dépassa de 50 p. c. la mortalité moyenne des années précédentes.

La *Suisse*, le *Tyrol* et l'*Italie* reçurent la visite du fléau dans le courant de décembre. Malgré les conditions climatériques de la péninsule italique, les progrès de l'influenza y furent rapides et intenses. A Turin, les deux tiers de la population furent atteints, à Milan le quart, à Palerme plus de la moitié, à Pavie plus d'un tiers, à Flo-

rence 74,7 p. c., et à Rome il y aurait eu environ 200 000 malades.

L'influenza traversa bientôt la Méditerranée; et dans le courant de janvier 1890, elle fut signalée au *Maroc*, en *Algérie*, en *Tunisie* et enfin en *Égypte*.

Mais, tout en ravageant l'Europe, l'épidémie n'avait pas tardé à passer l'Océan, et dès le milieu de décembre on constate son apparition dans l'*Amérique du Nord*. C'est la ville de Boston qui est frappée en premier lieu ; et deux jours après, on annonce la maladie à New-York. Dans cette dernière ville, la morbidité et la mortalité furent très élevées. En moins d'un mois, 180 000 à 200 000 personnes étaient devenues malades. Dans le seul mois de janvier, il y eut 5000 décès de plus que dans le même mois des cinq dernières années.

Le *Canada* fut contaminé peu après les États-Unis; les premières nouvelles arrivèrent des grandes villes (Halifax, Québec, Montréal), et l'épidémie se propagea avec une rapidité foudroyante vers le sud-ouest. A la fin de janvier, Mexico est atteint, de même que le Guatemala; plus tard, l'Amérique du Sud est envahie : la République Argentine, le Brésil, le Chili, le Pérou sont successivement et simultanément contaminés.

L'Asie n'échappa pas aux atteintes du mal. Comment les *Indes* ont-elles été envahies? L'épidémie venait-elle de l'Égypte, où elle sévissait en janvier, ou bien de la Perse, c'est ce qu'il est difficile de dire. Quoi qu'il en soit, la maladie est signalée à Bombay vers la fin de février, en août à Calcutta.

Nous manquons également de renseignements précis sur l'état sanitaire de la *Chine* et du *Japon*. Il n'est pas impossible que l'influenza ait été transportée directement de l'Asie centrale, notamment de la Sibérie, dans l'empire chinois.

L'*Afrique* fut aussi visitée par le fléau. Dès le commencement de janvier, on l'observe au Cap de Bonne-Espé-

rance. Au mois d'avril, il sévissait sur les côtes orientales de ce continent. Il semble que l'île de Madagascar fut le siège de la même épidémie en juillet et août 1890.

L'influenza se propagea jusqu'en *Australie* et dans la *Nouvelle-Zélande,* où elle arriva vers le milieu du mois de mars. Il est impossible de savoir d'où et par quelle voie le germe morbide a été transporté dans ce pays. L'épidémie y fut très longue ; elle était encore tellement intense en juin et juillet que les écoles durent être licenciées.

L'*Irlande* elle-même ne fut pas épargnée. Les ravages y furent très considérables dans le courant de juillet 1890.

Enfin les *îles Açores* reçurent la visite de l'influenza pendant l'été de 1890. Il est probable qu'elle venait de Lisbonne, où elle sévissait avec violence à peu près à la même époque.

Épidémie de 1891-92. — C'est au printemps de 1890 qu'on peut reporter la fin de l'épidémie de 1889-90. Si, dans certains endroits, il y avait encore quelques cas d'influenza, on n'y attachait guère d'importance, et l'on se croyait généralement débarrassé de ce fléau pour plusieurs années.

Aussi la surprise et l'effroi furent grands lorsqu'on apprit qu'une nouvelle invasion du mal se manifestait dans quelques pays. Et cependant, si l'on avait consulté l'histoire, on aurait dû se rappeler que les exemples de deux épidémies successives n'ont pas été rares dans les siècles précédents. Pour ne citer que deux faits, nous mentionnerons la grande épidémie de 1729-30, qui fut suivie d'une seconde épidémie en 1732-33 ; ensuite, deux épidémies qui se succédèrent à un intervalle très court pendant les années 1829-33.

Il est assez malaisé de donner une description de l'épidémie de 1891-92. Sa marche fut beaucoup moins régulière que celle de la précédente ; d'autre part, outre la propagation du mal d'une localité à l'autre, il y eut pen-

dant toute cette période un grand nombre de petites épidémies locales, dues probablement à la reviviscence de germes morbides provenant de la première épidémie et restés latents pendant un temps plus ou moins long.

Ces foyers restreints d'influenza compliquent singulièrement le tableau que nous offre le globe terrestre pendant les quelques mois qui ont été pris par la marche du fléau dans les différents pays.

Nous disions, il y a un instant, que l'épidémie de 1889-90 était terminée dans le courant du printemps 1890. Ceci n'est vrai que pour l'Europe. Par contre, nous voyons l'influenza régner encore plusieurs mois dans les autres parties du globe : ainsi, en avril, elle sévissait encore dans les Indes, au Brésil et au Chili ; en mai, elle règne en Afrique ; en juillet, nous la trouvons sur la frontière russo-chinoise et en Islande ; en août, elle existe dans l'Afrique centrale et au Japon ; c'est ici, à proprement parler, que nous devons placer les dernières étapes du voyage que ce fléau fit autour du globe terrestre.

Pour donner une meilleure idée de l'épidémie de 1891-92, nous parlerons successivement des épidémies locales et ensuite de la marche générale de l'influenza dans sa propagation de ville à ville ou de pays à pays.

1° *Épidémies locales.* Nous ne ferons guère que les énumérer par ordre chronologique : en combinant les indications que nous allons donner avec ce que nous dirons de la route suivie par l'épidémie générale, on pourra avoir le tableau assez exact de ce qui s'est passé dans le monde pendant cette période.

La première épidémie locale est signalée à Nuremberg dès le mois d'*avril* 1890 ; un autre foyer s'est déclaré le mois suivant *(mai* 1890) dans la région du Taunus. En *juillet*, on annonce que l'influenza règne à Breslau. Au mois d'*août*, on l'observe à Paris. En *septembre*, on dit qu'elle existe à New-York, en même temps que dans plusieurs villes de France ; enfin, au mois de *novembre*,

elle fait des ravages dans plusieurs parties de l'Allemagne, notamment à Francfort, à Riga, dans le Wurtemberg.

Nous arrivons ainsi à l'année 1891 ; pendant toute cette année, il y eut d'assez nombreux foyers isolés, ne présentant guère de tendance à rayonner au loin. Ici, nous nous bornerons à indiquer les dates avec les localités :

Janvier : Bavière et Brunswick, Chine et Japon.

Mars : Ile de Sumatra, Madrid, Milan.

Avril et *mai :* Russie méridionale.

Juin et *juillet :* Haute-Égypte.

Septembre et *octobre :* Ile de la Réunion, Australie.

Novembre : Angleterre, Montevideo.

Décembre : Lisbonne, et Orléans en France.

Tels sont les principaux centres où l'influenza a régné, indépendamment de la propagation du mal qui se faisait en suivant à peu près la marche que nous allons décrire maintenant.

2° *Marche de l'épidémie générale.* Cette fois-ci, c'est dans le sud de l'Amérique du Nord que s'est trouvé le point de départ du fléau. Il est probable que ce sont des germes de la première épidémie qui ont repris leur activité après une période de vie latente. Ce qui tend à le prouver, c'est que le mal paraît avoir une tendance moins grande à s'étendre et que ses progrès ont été beaucoup plus lents.

C'est en janvier 1891 que nous plaçons l'origine de cette épidémie. A cette époque, l'influenza fait de grands ravages à la Nouvelle-Orléans. De là, elle se dirige vers le nord et, quatre semaines plus tard, on signale son arrivée à Chicago, à Washington, à Boston. Dans le courant de mars, elle a gagné les États de l'Ohio, de Pensylvanie, de Kentucky et de Virginie. Le 20 mars 1891, elle est à New-York, où elle sévit jusqu'à la fin du mois d'avril.

D'Amérique, le fléau change de direction et il va vers l'est. A la fin de mars, il est en Irlande, ainsi que sur le

littoral de l'Angleterre; bientôt il a envahi ce dernier pays tout entier. C'est à Hull qu'il semble avoir établi son quartier général, d'où il s'est étendu par voie de rayonnement aux autres localités de l'Angleterre. Cette extension de l'influenza fut beaucoup plus lente que la première fois, mais elle fut à peu près aussi générale, car il n'est guère de villes qui y aient échappé. Londres paya également son tribut.

D'Angleterre, l'influenza se propage de deux côtés différents : 1° d'une part, vers la Norvège, la Suède et le Danemark; 2° d'autre part, vers le midi de l'Europe, notamment le Portugal et l'Espagne.

Si nous suivons le premier rayon, nous voyons successivement l'épidémie sévir en Norvège (mai 1891), en Suède (mai 1891), en Danemark (juin 1891); puis elle envahit la Russie : elle est à Saint-Pétersbourg au mois d'août 1891 ; de cette capitale, elle se dirige de nouveau dans deux sens : d'une part elle gagne la Russie méridionale; elle est à Odessa en décembre 1891, et de là elle va à Constantinople (janvier 1892); d'autre part, elle se propage vers le sud-ouest, pour envahir successivement la Pologne, l'Allemagne, la Bohême et l'Italie.

Si nous reprenons le rayon qui, partant de l'Angleterre, s'était dirigé vers le sud de l'Europe, nous rencontrons l'influenza en Espagne et en Portugal, dans le courant de l'été 1891; de là, elle passe en France, où elle sévit en octobre et en novembre; elle traverse ensuite la frontière franco-allemande, et nous la voyons atteindre les provinces rhénanes dans le courant de novembre 1891.

L'Allemagne est donc attaquée de deux côtés à la fois, à l'est par l'épidémie qui revient de Russie, à l'ouest par le fléau qui vient de France.

Il semble que le mal revienne ensuite sur ses pas, puisque nous le revoyons en Danemark et dans le sud de la Suède en décembre 1891, puis dans les Pays-Bas et en Belgique, où il exerce des ravages assez considérables à la fin de 1891 et au commencement de l'année 1892.

Puis l'influenza saute de nouveau en Irlande, où on la signale notamment à Belfast et à Dublin. De là elle passe dans l'Amérique du Nord en même temps qu'on annonce sa réapparition en Australie.

D'après ce que nous venons de dire, l'épidémie aurait donc, cette fois-ci, marché de l'ouest vers l'est, en partant de l'Amérique pour arriver en Russie, et elle serait ensuite revenue sur ses pas pour retourner à son point de départ. Il s'en faut de beaucoup que cet itinéraire, tel que nous le traçons, soit absolument exact et certain. Par suite des épidémies locales, il est très difficile de suivre le fléau dans ses progrès d'un pays à l'autre. Il est même des auteurs qui ne voient dans cette seconde épidémie que la réunion d'un grand nombre de foyers isolés, et qui ne croient pas que l'influenza ait suivi une marche quelque peu régulière. Quelle est, de ces deux opinions, celle qui mérite le plus de créance? C'est ce que nous n'oserions dire. *Adhuc sub judice lis est!*

Si l'on étudie l'histoire de l'influenza, telle que nous venons de l'exposer, on reconnaîtra que, contrairement à l'avis de certains auteurs, les épidémies de cette maladie n'obéissent à aucune loi, ni pour les époques de leur réapparition, ni pour leur voie de propagation. Il semble qu'avant le XVIIIe siècle, les invasions de ce fléau étaient plus rares qu'au siècle présent; mais ce fait est peut-être plus apparent que réel.

Il faut, en effet, remarquer que de ce temps-là les informations d'un pays à l'autre étaient beaucoup plus difficiles que maintenant; en outre, la littérature médicale de cette époque était très clairsemée. Il est donc bien possible qu'un certain nombre d'épidémies soient tombées dans l'oubli.

Quant aux épidémies sur lesquelles nous possédons des renseignements assez positifs, notamment celles de la fin du XVIIIe siècle et celles du XIXe siècle, nous voyons

que les intervalles qui les ont séparées sont très inégaux. De 1750 à 1800, l'influenza s'est manifestée assez fréquemment, de même de 1800 à 1850. Par contre, depuis 1850, on ne peut guère signaler que les deux dernières épidémies comme méritant d'être relevées.

Ce qui paraît incontestable, c'est que la maladie n'a pas toujours revêtu les caractères d'une véritable pandémie, c'est-à-dire qu'elle ne s'est pas chaque fois étendue à toute la surface du globe terrestre. Peut-être ce fait est-il dû à ce qu'autrefois les communications d'un pays à l'autre étaient assez rares et difficiles. N'est-il pas à craindre que, grâce à l'extension extraordinaire des voies de communications internationales et intercontinentales, n'est-il pas à craindre, dis-je, que dorénavant les épidémies n'envahissent plus souvent toutes les contrées du monde?

Pour résoudre cette question, il importerait de savoir si l'influenza est exclusivement contagieuse, c'est-à-dire si elle se communique d'homme à homme, ou si elle peut être transportée au loin par l'intermédiaire de l'air et des grands courants atmosphériques.

Quoi qu'il en soit, toujours est-il que l'itinéraire suivi par ce fléau dans son extension n'a pas toujours été le même. Dans certaines épidémies il s'est propagé de l'ouest à l'est, dans d'autres du sud au nord ; parfois on l'a vu, dans la même épidémie, suivre différentes directions, soit que, partant d'un point, le mal rayonnât dans deux sens opposés, soit qu'après s'être dirigé dans un certain sens, il revînt plus tard par le même chemin pour aboutir de nouveau à son point de départ. C'est cette dernière marche que l'épidémie 1890-92 semble avoir suivie.

La rapidité de la propagation de l'influenza a également varié d'une épidémie à l'autre. Tantôt nous la voyons se répandre avec une vitesse extraordinaire ; d'autres fois son extension s'opère avec une lenteur beaucoup plus grande. Il arrive aussi que, dans tel pays, le fléau s'étende

très rapidement, tandis que dans d'autres contrées ses progrès soient relativement lents.

Enfin nous constatons de grandes différences au sujet de la gravité du mal. Telle épidémie se caractérise par une mortalité excessive, telle autre se présente d'une façon bénigne. A la même époque, la population d'un pays est littéralement décimée par cette maladie, alors que celle d'autres contrées offre le contraste d'une grande bénignité des cas en opposition avec une morbidité extrêmement étendue.

De ces considérations nous pouvons conclure que, dans l'état actuel de la science, il est impossible d'assigner des lois constantes qui régleraient la marche et le développement des épidémies d'influenza. Il est vrai de dire que les deux dernières invasions sont les seules qui aient été étudiées avec soin et d'une façon réellement scientifique. Les recherches bactériologiques sur cette maladie sont également trop récentes et trop peu précises pour que nous puissions en tirer quelques déductions au point de vue de la propagation du mal. Il est probable que si, ce qu'à Dieu ne plaise, l'Europe était de nouveau envahie, nous pourrions mieux tirer parti des observations cliniques, qui seraient recueillies avec plus de méthode et plus d'uniformité que lors des épidémies antérieures. C'est alors seulement qu'il y aurait lieu de chercher à établir une prophylaxie rationnelle et scientifique d'un fléau dont les ravages ont été incalculables.

Dr Mœller.

(La fin au prochain numéro.)

UNE NOUVELLE THÉORIE

DU MONDE INORGANIQUE (1)

C'est bien une nouvelle théorie du monde inorganique que le R. P. Ad. Leray nous présente dans ces deux petits volumes auxquels les presses de MM. Gauthier-Villars ont prêté leurs caractères lumineux; théorie qui s'est inspirée, sans les copier, de toutes celles que les grands philosophes ont formulées depuis trois siècles ; le système de Descartes, celui de Leibnitz, celui du P. Boscowich, ont chacun fourni quelque chose au P. Leray ; mais il les corrige l'un par l'autre, les synthétise, les complète, et parvient ainsi à construire un système qui n'est aucun des autres, qui est à lui, bien à lui.

Comme tous les penseurs qui ont vraiment creusé leurs idées, le P. Leray est très clair. C'est aujourd'hui une mode de n'estimer profond que ce qui est obscur, de retourner le fameux mot de Boileau, et d'assurer qu'une pensée bien conçue ne peut être clairement énoncée. Cette mode nous a été apportée par une philosophie née au sein

(1) Le P. Ad. Leray. *Essai sur la synthèse des forces physiques.* Paris, 1885. — *Complément à l'Essai sur la synthèse des forces physiques.* Paris, 1892.

des brumes de la mer Baltique ; elle était inconnue lorsque les penseurs respiraient le souffle de la Méditerranée ; Dieu merci ! il existe encore des gens pour la repousser, et le P. Leray est de ceux-là. Ses définitions se présentent nettes et concises ; ses déductions se suivent avec ordre et méthode ; il ne vise pas aux effets littéraires ; il dit ce qu'il faut pour être compris et rien que cela; en un mot, il pense que la raison s'accommode mieux du style du géomètre que du style du romancier.

Le P. Leray a un autre mérite, bien rare aujourd'hui : il n'est pas seulement philosophe, il est théologien et il est savant. Théologien, il sait, sans confondre le domaine des vérités naturelles et le domaine des vérités révélées, sans jamais invoquer ces dernières dans un ouvrage consacré aux premières, il sait, dis-je, s'aider des lumières de la foi pour s'éclairer dans le dédale de la métaphysique rationnelle ; j'en veux seulement pour témoins les restrictions soigneusement apportées par lui à certaines propositions que maint philosophe énoncerait dans toute leur généralité, et qui contrediraient alors aux dogmes de l'Église sur l'Incarnation ou sur la Transsubstantiation. Encore une fois, je le répète, cette influence théologique est réduite, dans l'œuvre du P. Leray, à ce qu'exige le respect simultané des droits de la révélation et des droits de la raison. Jamais une vérité révélée n'est prise pour fondement d'une déduction qui doit aboutir à une vérité d'ordre scientifique. La foi est seulement pour lui une sorte de barrière qui lui marque le point précis où il quitterait le terrain solide de la vérité naturelle pour tomber dans une erreur qui serait en même temps une hérésie.

Mais le P. Leray n'est pas seulement théologien, il est encore savant, et c'est là ce qui fait la valeur de son œuvre. Combien en avons-nous vu éclore, en ces dernières années, de ces livres où l'auteur, dépourvu des connaissances scientifiques les plus élémentaires, instruit seulement par la lecture de quelques demi-savants, de quelques

revues vulgarisatrices, nous propose une explication complète d'un univers qu'il n'a jamais regardé! Tel n'est pas le P. Leray; non seulement c'est un observateur plein de finesse, mais encore c'est un homme de science vraiment digne de ce nom; il n'a pas craint de plier son intelligence à la rude discipline de la physique mathématique; et il a compris — mérite bien rare — qu'avant d'expliquer les lois de l'univers, il fallait les connaître.

J'ai dit que c'était là ce qui faisait la valeur particulière de son œuvre. En effet, tandis que le système du philosophe qui n'est pas un savant demeure en général, lorsqu'il s'agit d'expliquer l'univers, dans des généralités très vagues, très éloignées des lois qu'étudient l'astronome et le physicien; que ceux-ci passent indifférents, sans lever la tête vers ce nuage qui prétend éclairer leurs recherches; le P. Leray, lui, pousse son système jusqu'aux conséquences scientifiques; il entend en faire sortir les lois fondamentales qui dominent la mécanique céleste, la physique, la chimie; et cela non pas par à peu près, non pas au moyen de ces raisonnements très lâches qui laissent entrer tout ce dont on a besoin et sortir tout ce qui gêne, mais par une logique si serrée que l'on soit assuré de ne rien retrouver dans les conclusions qui ne soit dans les prémisses, par la logique de l'analyse mathématique.

Très bonne et très sûre méthode que celle-là; car, tandis qu'à la base sont des principes nettement et loyalement offerts à l'examen des métaphysiciens, au sommet sont des conséquences sur lesquelles peut s'exercer la critique des physiciens. Aussi est-ce le caractère de toutes les explications du monde matériel qui ont eu un retentissement sur le développement des sciences physiques, du système de Descartes comme du système de Boscowich.

Cette méthode, malheureusement, a un inconvénient, inconvénient qui condamne non pas la méthode, mais le siècle où nous vivons: je crains bien que les philosophes ne lisent pas le P. Leray, parce qu'il fait des mathéma-

tiques, et que les savants ne le lisent pas davantage, parce qu'il fait de la métaphysique. Il serait malaisé de faire, à l'usage de ceux-ci, un extrait des livres du P. Leray où l'on supprimerait la métaphysique; mais peut-être est-il possible d'écrire, à l'usage de ceux-là, un extrait dégagé de formules algébriques; c'est ce que j'ai essayé de faire; j'ai exposé sans discuter; la métaphysique n'est pas mon domaine, je m'aventure aujourd'hui à y faire une excursion sous la conduite du P. Leray; je veux suivre docilement la route qu'il m'indique et non point critiquer ses renseignements: ce serait, pour un voyageur qui ne connaît pas le pays, dangereux peut-être, indiscret à coup sûr.

PREMIÈRE PARTIE

LA THÉORIE DU P. LERAY

I

L'ESPACE.

L'espace est une *substance*, qui existe en soi, indépendamment de tout corps. Cette substance est absolument incapable d'être cause d'aucun effet, elle est purement passive; par là, elle est la dernière dans l'échelle des substances (1).

« Nous proposerions volontiers de classer ainsi les substances :

» En première ligne, la substance purement active, Dieu seul, acte pur.

» En dernier lieu, la substance purement passive, l'espace réel.

» Entre ces deux extrêmes, toutes les autres substances, à la fois actives et passives à des degrés divers.

» Mais une substance purement passive, n'est-ce pas le

(1) P. Leray. *Essai sur la synthèse des forces physiques*, p. 8.

néant ? Non, certes. Le néant n'est ni actif ni passif. Pour pâtir comme pour agir, il faut être, et la capacité de contenir les corps ne saurait convenir au néant. »

L'espace réel est essentiellement fini et, par là, il se distingue de l'espace idéal qu'étudient les géomètres, et aussi de ce que le P. Leray nomme l'*espace imaginaire* (1). « L'espace imaginaire, comme l'indique son nom, est la représentation de l'espace réel indéfiniment agrandi par l'imagination. On cherche à se transporter en esprit aux limites du monde et on les voit reculer sans cesse. Ce fait prouve uniquement que nous concevons la possibilité d'un espace de plus en plus grand. Notre imagination fait alors, pour les dimensions de l'univers, ce qu'elle fait pour la taille d'un homme lorsqu'elle se représente un géant dont la tête s'élève au-dessus des arbres, au-dessus des nuages, au-dessus de la lune, du soleil et des étoiles. L'espace imaginaire n'a pas plus de réalité que ce géant fantastique. »

L'espace réel est divisible à l'infini.

« Personne (2) ne conteste que l'espace idéal, la triple dimension abstraite, objet de la géométrie, soit infiniment divisible. Or le passage du possible au réel ne change pas l'essence des choses. Donc l'espace réalisé doit jouir des propriétés nécessairement comprises dans l'idée d'espace. »

II

LES ATOMES.

La matière est formée d'un nombre très grand, mais limité, d'*atomes*. Un atome est constitué par une substance simple et active, nommée *monade*, qui est localisée en une portion finie de l'espace. La monade, n'étant pas composée de parties, ne peut occuper une portion finie de l'espace qu'en étant tout entière présente en chacun des

(1) P. Leray. *Essai sur la synthèse des forces physiques*, p. 7.
(2) *Ibid.*, p. 9.

points de cet espace. L'espace qu'elle occupe, pendant qu'elle l'occupe, est impénétrable à toute autre monade matérielle. Mais une monade n'occupe pas toujours, à tout instant, le même espace ; à des instants différents, elle peut occuper des portions différentes de l'espace, en sorte qu'elle est mobile.

« Pour nous (1), l'atome est composé d'un espace réel et d'une monade, comme l'homme est composé d'un corps et d'une âme ; et la monade est présente à tout le volume de cet espace, comme l'âme, suivant beaucoup de philosophes, est présente à tout le corps. Cette présence, dans les deux cas, est une présence d'action. Comme l'âme communique la vie au corps, la monade communique l'impénétrabilité à l'espace qu'elle occupe. Toutefois, tandis que l'âme est toujours unie au même corps, la monade, dès qu'elle se meut, cesse d'être unie au même espace et rend impénétrables successivement différents lieux. Sous ce rapport même, la différence de constitution n'est pas aussi grande qu'elle paraît au premier abord, car le corps humain se ne compose pas, à toutes les époques de la vie, d'éléments identiques. »

Ce système est bien distinct du Cartésianisme ; l'étendue n'est pas l'essence de la matière ; toute matière est étendue, mais toute étendue n'est pas occupée par une monade matérielle ; en sorte que le vide absolu, impossible dans le système de Descartes, est possible dans le système du P. Leray ; et non seulement il est possible, mais il existe, les monades ne venant qu'accidentellement au contact.

Il se distingue aussi des deux formes de l'atomisme. Pour certains atomistes, l'atome est un être simple sans étendue, un *point matériel;* pour d'autres, l'atome est étendu, mais c'est un composé dont les parties sont seulement unies par un lien qu'aucune action créée ne peut

(1) P. Leray. *Essai sur la synthèse des forces physiques*, p. 14.

briser. Comme les premiers, le P. Leray veut que l'atome soit un être simple; mais comme les seconds, il le veut étendu.

Le système du P. Leray a des analogies avec le système scolastique, mais sans se confondre avec lui. « Nous pourrions signaler entre notre système (1) et celui des scolastiques plusieurs rapprochements. Notre monade est le principe actif de l'atome, ce que les scolastiques appelaient une forme substantielle; notre espace réel pourrait répondre à leur matière première, et notre atome se trouverait constitué, suivant leur langage, par l'union de la matière et de la forme. Mais, contrairement à leur opinion, nous soutiendrions que la matière peut exister sans la forme et que la forme n'est pas tirée de la matière. »

Enfin le système du P. Leray se sépare des systèmes de quelques métaphysiciens contemporains qui identifient les monades matérielles et les âmes : « Nous avons insisté (2) sur la comparaison de l'homme et de l'atome, parce qu'elle nous a semblé propre à éclaircir l'idée que nous nous faisons de l'élément matériel. Maintenant nous éprouvons le besoin de déclarer que nous n'établissons néanmoins aucune parité de nature entre la monade et l'âme humaine. Sans doute l'une et l'autre sont simples, mais Dieu aussi est simple et personne ne s'avise, pour ce motif, de mettre sur le même pied la nature divine et la nature humaine. »

Par bien des côtés, la doctrine du P. Leray se rapproche de celle de Leibnitz; le P. Leray n'a garde de méconnaître les analogies de sa monade avec la monade leibnitzienne. Toutefois, celle-ci diffère de celle-là par un caractère essentiel : pour Leibnitz, les monades sont sans action réelle les unes sur les autres; une modification d'une monade n'est jamais cause efficiente d'une modification d'une autre monade; il n'y a qu'une cause efficiente qui

(1) P. Leray. *Essai sur la synthèse des forces physiques*, p. 15.
(2) *Ibid.*, p. 15.

est Dieu ; et lorsque nous croyons saisir un rapport de cause à effet entre une modification au sein d'une monade et une modification au sein d'une autre monade, en réalité nous contemplons seulement une manifestation de l'harmonie que le Créateur a préétablie entre les évolutions des états internes des diverses monades.

Au contraire, pour le P. Leray, une monade peut être très réellement cause des modifications qui évoluent en une autre monade ; cause seconde, il est vrai, tenant son activité de la Cause première et créatrice, mais, cependant, cause véritablement efficiente. C'est ainsi qu'une monade matérielle peut être cause d'un changement dans le mouvement d'une autre monade matérielle, ce que nous exprimons en disant que la première exerce sur la seconde une action mécanique.

Le P. Boscowich a formulé un système de physique qui, lui aussi, empruntait à Leibnitz la conception de la monade, mais qui restituait aux monades la possibilité d'agir réellement les unes sur les autres. Ainsi deux monades matérielles pouvaient exercer l'une sur l'autre des actions tendant à les approcher ou à les éloigner, actions plus ou moins grandes suivant la nature des monades et leur distance, et ces actions n'étaient autres que les actions élémentaires auxquelles, depuis Newton, les physiciens demandaient l'explication de tous les phénomènes naturels.

Au contraire, pour le P. Leray, deux atomes matériels ne peuvent exercer aucune action mécanique l'un sur l'autre s'ils sont séparés par une distance, si petite soit-elle. Pour que deux atomes matériels agissent l'un sur l'autre, il faut que les volumes qu'ils occupent soient au contact; c'est seulement alors, c'est seulement au moment où l'impénétrabilité que chacune des monades communique au volume qu'elle occupe va se trouver en contradiction avec l'impénétrabilité communiquée à son lieu par une autre monade, que l'activité des deux monades entre en

jeu et que chacune d'elles cause un changement dans le mouvement de l'autre. Deux atomes ne peuvent donc exercer l'un sur l'autre d'action mécanique qu'au moment où ils se choquent.

C'est là le point essentiel de la théorie du monde que nous présente le P. Leray. Cette théorie, en effet, est née du désir d'expliquer l'attraction universelle sans invoquer aucune action réelle s'exerçant à distance entre les atomes matériels. Un premier essai avait été tenté dans cette voie par Georges Lesage, de Genève; le P. Leray avait déjà modifié et amélioré la théorie des *corpuscules ultramondains* de Lesage dans un petit livre publié en 1869 et intitulé : *Constitution de la matière et ses mouvements, nature et cause de la pesanteur ;* mais ce n'était là qu'une première ébauche, bien modifiée depuis, de l'ouvrage que nous avons aujourd'hui sous les yeux. Nous reviendrons à ce point lorsque nous aurons exposé dans son ensemble le système du P. Leray.

III

PROPRIÉTÉS DES ATOMES.

Lorsqu'un atome matériel n'est pas au contact d'un autre atome matériel, sa monade rend impénétrable un volume sphérique, invariable de grandeur, dont le centre se déplace en ligne droite avec une vitesse constante. Il n'en est plus de même lorsque, dans son mouvement, l'atome vient heurter un autre atome. Pendant toute la durée du contact, la surface de chacun de ces atomes est déformée ; mais le P. Leray admet — et c'est là une des hypothèses fondamentales de son système — que chaque atome conserve un volume invariable ; c'est cette invariabilité du volume occupé par chaque atome qui constitue pour lui l'invariabilité de la masse de cet atome ; la masse d'un atome est alors, par définition, une quantité proportionnelle au volume de l'atome.

Une seconde hypothèse qui joue un rôle fondamental dans le système du P. Leray est celle-ci : le choc des atomes modifie leur mouvement suivant des lois entièrement semblables à celles que l'on étudie dans tous les traités de mécanique sous le nom de lois du choc des billes parfaitement élastiques ; de ces lois, il résulte que les projections sur trois axes rectangulaires de la quantité de mouvement et la force vive de l'ensemble des atomes qui constituent le monde inorganique sont quatre quantités dont chacune garde indéfiniment la même valeur.

Les lois mathématiques du choc des billes élastiques se trouvent ainsi à la base même de toute explication du monde physique ; aussi ne sera-t-on pas étonné de voir le P. Leray leur consacrer des pages nombreuses ; il y a, dans ces pages, des problèmes nouveaux traités avec beaucoup de simplicité et d'élégance.

IV

L'ÉON.

Le monde inorganique résulte de l'existence simultanée de trois sortes de matières : l'*éon*, l'*éther* et la *matière* proprement dite.

« L'*éon* ou *fluide primordial* (1) se compose des atomes les plus élémentaires, dont le volume représente le minimum de grandeur matérielle réalisée dans la création. Nous l'appelons *fluide*, parce que ses éléments sont aptes à céder avec la plus grande facilité à l'action de toute force; mais il diffère de tous les autres fluides en ce que ces mêmes éléments n'ont aucun lien d'union entre eux. Leur parenté résulte de l'égalité de forme et de volume, mais leurs mouvements sont complètement indépendants les uns des autres. Nous l'appelons *fluide primordial*, parce que nous le considérons comme l'origine de tous les phéno-

(1) P. Leray. *Essai sur la synthèse des forces physiques*, pp. 61-62.

mènes physiques, comme le moteur universel ou du moins l'agent de transmission de tous les mouvements.

» Envisageons-le d'abord à l'état statique et, dans ce but, transportons-nous à l'origine des temps pour voir se dérouler sous nos yeux le spectacle sublime de la création. Après avoir produit et délimité la sphère immense du monde, Dieu la peuple d'atomes éoniens, uniformément répandus dans sa vaste étendue. Leur nombre est si prodigieux que chaque millionième de millimètre cube en contient des billions, et leur petitesse si excessive que cette multitude innombrable n'occupe qu'une très minime portion de l'espace.

» Il en résulte que la densité de l'éon est extrêmement faible. »

« ... Nous avons envisagé l'éon à l'état de repos, et ses atomes, en raison de leur inertie, sont incapables de sortir par eux-mêmes de l'immobilité. A l'origine du mouvement comme à l'origine de l'être, il faut une intervention spéciale de Dieu. Voyons-le donc, par un acte de sa volonté toute puissante, lancer dans la carrière les atomes éoniens, d'un mouvement égal et dans toutes les directions. Cette impulsion divine, seule force instantanée, parce que seule elle est infinie, leur communique au premier moment une vitesse énorme que nous pouvons évaluer, si les faits l'exigent, à plusieurs millions de fois la vitesse de la lumière. Une rapidité si merveilleuse compense l'exiguïté du volume et relève la grandeur du produit de la masse par la vitesse ou de la quantité de mouvement. Cette quantité représente la force cinétique déposée par Dieu à l'origine dans chaque atome de l'éon, et en vertu de laquelle il peut, à son tour, être cause de mouvement. »

... « Cependant une difficulté se présente si l'on se transporte aux limites de l'espace réel. Que devient la vitesse d'un atome qui atteint ces limites? Dans notre système, il ne peut passer outre ; car il est constitué par une monade localisée, et il n'y a pas de localisation

possible en dehors de l'espace réel. Donc, en atteignant les bornes de l'univers créé, l'atome doit se réfléchir, comme il ferait à la rencontre d'un obstacle infranchissable et, durant la période de déformation, se développent en son sein une force et une énergie élastiques qui compensent la perte de force et d'énergie cinétiques. »

Nous avons cité les propres paroles du P. Leray, parce que l'introduction dans les théories physiques de ce fluide primordial ou éon est une des parties neuves et fécondes de son système ; le P. Leray a parfaitement vu — ce qui ne semble pas avoir été clairement aperçu avant lui — que, pour ceux qui nient l'action mutuelle de deux atomes distants, l'éther ne peut être l'explication de toute transmission de force à distance ; les propriétés que l'on attribue à l'éther, notamment l'élasticité que l'on exige de lui dans la théorie de la lumière, ne peuvent s'expliquer sans action à distance, à moins que l'on n'admette l'existence d'un fluide beaucoup plus subtil que l'éther : ce fluide nécessaire, c'est l'éon.

V

L'ÉTHER.

« L'éther (1) est, comme l'éon, un fluide composé d'atomes sphériques parfaitement élastiques et uniformément répandus dans l'espace, au moment de leur création.

» La différence spécifique entre ces deux fluides consiste en ce que le volume des atomes éoniens est beaucoup plus petit que celui des atomes d'éther. Nous admettons que ces derniers occupent un volume capable de contenir des milliers, peut-être des millions d'atomes d'éon, conservant entre eux leurs distances respectives. »

Imaginons un atome d'éther placé dans l'espace que les atomes éoniens sillonnent en tout sens de leur course

(1) P. Leray. *Essai sur la synthèse des forces physiques*, p. 83.

rapide. Ces atomes viendront frapper l'atome d'éther et tendront à le mettre en mouvement conformément aux lois du choc des billes élastiques; mais, grâce à l'ampleur de son volume, un atome d'éther ne pourra être choqué dans un certain sens par un atome d'éon sans que, très peu de temps avant ou après, un autre atome d'éon vienne le choquer précisément en sens contraire avec la même force; assailli ainsi de tous côtés par des courants éoniens d'égale force, l'atome d'éther demeurera immobile dans l'espace, ou, pour être plus exact, n'éprouvera que d'imperceptibles frémissements.

En est-il encore de même lorsque deux atomes d'éther se trouveront en présence l'un de l'autre? Au premier abord, il semble que non; chacun des deux atomes d'éther intercepte certains des courants éoniens qui devaient parvenir à l'autre; ce dernier recevra donc, semble-t-il, moins de chocs sur la face que protège cet écran que sur l'autre face; les courants éoniens pousseront ainsi l'un vers l'autre les deux atomes d'éther qui sembleront s'attirer. En réalité, ce raisonnement repose sur une omission; on y oublie les courants éoniens qui, réfléchis sur le premier atome, viennent frapper le second; or, « pour tout courant intercepté d'un côté (1), il y aura de l'autre côté un courant réfléchi de même direction qui le remplacera; donc la présence simultanée de deux atomes ne troublera point leur équilibre... On peut appliquer le même raisonnement à un nombre quelconque d'atomes, et, par suite, nous pouvons concevoir à l'origine le fluide éthéré uniformément répandu dans l'espace et jouissant d'un véritable équilibre, quoique plongé dans un océan où se croisent sans cesse des courants animés de vitesses prodigieuses. »

Mais si deux atomes d'éther immobiles au sein de l'éon n'exercent l'un sur l'autre aucune action apparente, il n'en est plus de même, en général, lorsque l'un ou l'autre

(1) P. Leray. *Essai sur la synthèse des forces physiques*, p. 84.

de ces atomes, ou tous deux, sont en mouvement. Dans ce cas, les impulsions que chacun de ces atomes reçoit de la part des atomes éoniens ne sont plus égales de toutes parts ; les courants éoniens tendent, suivant les cas, soit à précipiter les deux atomes l'un vers l'autre, soit à les écarter l'un de l'autre ; il naît entre eux une force *apparente*, attractive ou répulsive.

Le P. Leray étudie en détail cette force apparente, qui s'annule pour deux atomes d'éther immobiles l'un par rapport à l'autre ; qui, lorsque deux atomes s'écartent l'un de l'autre, tend à les rapprocher l'un de l'autre ; qui, au contraire, lorsque deux atomes se rapprochent l'un de l'autre, tend à les écarter l'un de l'autre ; qui, en un mot, tend toujours à détruire l'effet d'une perturbation apportée à l'arrangement des atomes d'éther.

Ainsi, non seulement les atomes d'éther sont des *atomes élastiques*, qui rebondissent lorsqu'ils choquent d'autres atomes, mais encore l'éther est un *milieu élastique*, qui réagit contre les perturbations apportées à son état. Ce sont là deux sens du mot « élastique » qui sont bien distincts et qu'il importe de ne pas confondre. L'élasticité des atomes d'éther est une propriété intrinsèque, essentielle, de ces atomes ; au contraire, l'élasticité du milieu éthéré n'est pas une propriété intrinsèque de ce milieu ; il la doit à la présence de l'éon. Les atomes éoniens sont également élastiques, mais l'éon, lui, considéré en tant que milieu, est privé d'élasticité.

Cette théorie de l'élasticité de l'éther est, dans l'œuvre du P. Leray, une des parties qui méritent le plus l'attention de ceux qu'intéresse la philosophie naturelle.

Les caractères essentiels de la force élastique ont toujours fort embarrassé ceux qui cherchent à expliquer tous les phénomènes naturels par des actions attractives ou répulsives s'exerçant à distance entre les molécules (1). La

(1) Nous nous permettons de renvoyer le lecteur curieux d'approfondir cette question à notre *Cours d'hydrodynamique, d'élasticité et d'acoustique* (Paris, 1891) et particulièrement au chapitre III du livre IV.

force élastique n'agit pas dans le milieu à l'état naturel; elle n'agit que lorsqu'on impose une déformation à une partie de ce milieu, et elle agit toujours de manière à réagir contre la déformation, en sorte qu'elle change de sens en même temps que celle-ci. Comment concilier ces caractères avec l'existence d'une attraction moléculaire agissant toujours entre les atomes et ne dépendant que de leur masse et de leur distance? Fresnel, Cauchy et Poisson ont essayé de fonder une théorie de l'élasticité des corps solides sur l'hypothèse de l'attraction moléculaire; malgré les magnifiques résultats qu'ils ont obtenus, leur théorie est contredite par l'expérience et doit être regardée comme fausse.

Navier, le fondateur de l'élasticité, et Lamé, qui a tant fait avancer cette partie de la physique, n'admettaient pas l'attraction moléculaire entendue à la manière de Boscowich. Pour eux, deux atomes immobiles l'un rapport à l'autre dans un milieu en équilibre n'exerçaient l'un sur l'autre aucune action; leur action mutuelle ne prenait naissance que lorsqu'on les déplaçait l'un par rapport à l'autre; un écart des deux atomes engendrait entre eux une action attractive; un rapprochement, une action répulsive. Cette hypothèse, on le voit sans peine, a beaucoup d'analogie avec les conséquences que le P. Leray déduit de son système.

Digne d'attention dans ses principes, la théorie de l'élasticité de l'éther proposée par le P. Leray l'est encore par ses conséquences; en effet, le savant religieux fonde sur cette théorie l'explication d'une propriété très étrange, très paradoxale, que les opticiens ont été conduits à attribuer à l'éther pour expliquer les effets de la lumière polarisée: selon eux, l'éther ne peut transmettre un mouvement vibratoire *longitudinal*, c'est-à-dire un mouvement vibratoire qui ferait osciller les molécules suivant la direction même de la propagation. Le P. Leray montre que cette propriété paradoxale du milieu éthéré découle de la constitution qu'il lui attribue.

VI

LA MATIÈRE PROPREMENT DITE.

Les atomes éoniens et les atomes d'éther sont les deux seules espèces d'atomes qui entrent dans la constitution du monde inorganique ; ce que nous nommons vulgairement *la matière* ou *les corps* a pour élément ce que le P. Leray appelle du nom usuel d'*atome chimique*. Mais l'atome chimique n'est plus du tout comparable à l'atome éonien ou à l'atome d'éther ; ce n'est plus un être simple dont l'activité consiste à rendre, à chaque instant, un certain volume impénétrable aux autres atomes ; c'est un véritable organisme. Un nombre plus ou moins grand d'atomes d'éther, composés chacun d'une monade et de l'espace qu'elle rend impénétrable, sont groupés sous la dépendance d'une monade d'une autre nature. L'activité de cette dernière a pour objet non plus de rendre impénétrable une certaine portion d'espace, mais de maintenir une forme déterminée à l'assemblage d'atomes éthérés qu'elle préside, de ramener, par une élasticité d'un nouveau genre, le groupe entier à cette forme lorsque des actions extérieures l'en écartent. Par cette forme nouvelle d'activité, distincte de l'activité propre aux monades éthérées, mais compatible avec elle, la monade supérieure s'adjoint à ces dernières sans faire obstacle en rien à leur existence.

« Nous définissons (1) l'élément des corps simples, ou atome chimique : *Un groupe d'atomes d'éther, présidé par une monade chargée de conserver sa forme et son volume...* »

« Sans doute, d'après son étymologie, l'atome est insécable et ne peut se diviser en fragments plus petits ; mais, bien que l'élément des corps simples puisse à la rigueur se subdiviser, puisqu'il est composé, nous pouvons admettre

(1) P. Leray. *Complément à l'Essai sur la synthèse des forces physiques*, p. 4.

qu'il est naturellement indestructible et qu'aucune force créée n'est capable de soustraire les atomes composants à l'empire de la monade qui les régit. Il est donc, de fait, insécable. D'ailleurs, il n'existe qu'à cette condition ; et la rupture des liens qui subordonnent ses diverses parties à la monade directrice serait, comme la séparation de l'âme et du corps dans un être vivant, la destruction de l'individu. »

Cette monade directrice, qui maintient unis les atomes éthérés dont se compose un atome chimique, est donc « une sorte d'âme minérale (1), analogue aux âmes végétative et sensitive des scolastiques, mais d'un ordre bien inférieur, puisqu'elle n'est pas un principe de vie. » C'est bien la *monade-reine* que Leibnitz préposait à la conservation de tout organisme (2).

Tous les atomes éoniens sont identiques entre eux ; il en est de même de tous les atomes d'éther ; au contraire, nous admettrons que les atomes chimiques peuvent présenter un grand nombre de variétés. Quel est exactement ce nombre ? Il est égal au nombre des corps vraiment simples que la nature renferme ; mais combien y a-t-il de corps vraiment simples ? Les chimistes comptent aujourd'hui environ soixante-dix corps simples, et tous les jours la liste s'allonge, quelque nouveau métal est découvert sur notre planète ou deviné dans les astres. Beaucoup, il est vrai, pensent que tous ces corps-là ne sont pas indécomposables ; il en est même qui aiment à imaginer, avec Dumas, qu'ils sont tous composés, qu'il existe un unique corps simple, peut-être l'hydrogène. Dans ce cas, de même qu'il existe une seule espèce d'atomes

(1) P. Leray. *Complément à l'Essai sur la synthèse des forces physiques*, p. 1.

(2) « Nous avons admis, dit le P. Leray (*Complément à l'Essai sur la synthèse des forces physiques*, p. 4), seulement deux espèces d'atomes simples, et à la rigueur une seule pourrait suffire, celle des atomes éoniens. L'atome d'éther deviendrait alors un groupe d'atomes d'éon présidé par une monade de deuxième ordre, et notre groupe actuel d'atomes d'éther, qui est l'atome des chimistes, serait présidé par une monade de troisième ordre. »

éoniens et une seule espèce d'atomes d'éther, il existerait une seule espèce d'atomes chimiques ; la constitution première de la matière serait remarquablement simple.

Dans l'atome chimique, les atomes d'éther constituants sont assez voisins les uns des autres pour qu'aucun autre atome d'éther ne puisse pénétrer entre eux ; mais les atomes éoniens, beaucoup plus petits que les atomes d'éther, peuvent se glisser dans les intervalles.

Les chocs que les atomes éoniens ou les atomes d'éther libre font éprouver aux parties constituantes de l'atome chimique tendent à mettre chacune de ces parties constituantes en mouvement. Mais la monade-reine réagit alors, et une partie de l'impulsion reçue par l'un des atomes constituants de l'atome chimique se trouve transformée en un mouvement vibratoire qui anime l'ensemble de l'édifice. Nous allons voir quel rôle le P. Leray attribue à ces transformations de mouvement dans l'explication de la chaleur et de l'attraction.

VII

CHALEUR.

« L'éon est un fluide très subtil (1), de densité homogène, dont les éléments se meuvent dans toutes les directions avec une vitesse extrême. Un atome chimique, au sein de ce fluide, sera donc assailli de tous côtés par des courants, qui pénétreront dans son intérieur, grâce aux pores superficiels, et le traverseront dans tous les sens. Les atomes d'éther qui le forment recevront donc une multitude de chocs et nous avons à rechercher quel en sera l'effet.

« L'atome chimique est apte à transformer les mouvements particuliers des éléments qui le composent, mais ces éléments eux-mêmes, comment peuvent-ils se mouvoir,

(1) P. Leray. *Complément à l'Essai sur la synthèse des forces physiques*, p. 20.

puisque nous avons vu qu'un atome d'éther, au sein de l'éon, demeure en équilibre ? Oui, sans doute, mais alors nous supposions l'atome d'éther ou isolé et frappé également dans toutes les directions par les courants éoniens, ou entouré par d'autres atomes au repos qui lui renvoyaient en moyenne autant de courants réfléchis qu'ils en arrêtaient de directs. Cette équivalence des courants arrêtés et réfléchis était très sensiblement exacte, à cause de l'homogénéité supposée du fluide éthéré et de la distance relativement considérable de ses éléments. Or, il n'en est plus de même si, au lieu des atomes de l'éther libre, nous considérons les atomes associés pour former un groupe chimique. L'éon, il est vrai, s'insinue très bien à l'intérieur de ce groupe ; néanmoins, la circulation n'y est pas assez libre pour que chacun de ses éléments soit frappé par des courants égaux en tous sens. Les chocs éprouvés par les divers atomes associés ne se feront donc pas équilibre, et ils recevront des impulsions variées. La monade directrice réagira, comme nous l'avons expliqué ci-dessus, pour coordonner et transformer tous ces mouvements intestins. »

Ce mécanisme va nous expliquer :

1° La chaleur ;

2° L'attraction que les atomes chimiques exercent sur les atomes d'éther ;

3° L'attraction des atomes chimiques les uns pour les autres, c'est-à-dire la gravitation.

Voyons d'abord quelle est, selon le P. Leray, la nature de la chaleur.

« Nous employons le mot *chaleur* (1) à défaut d'un autre mot pouvant embrasser, dans sa signification, tout l'ensemble des radiations calorifiques, lumineuses et chimiques que l'on a distinguées dans le spectre solaire. On sait que ces radiations ne diffèrent que par les longueurs

(1) P. Leray. *Complément à l'Essai sur la synthèse des forces physiques*, p. 26.

d'onde, et, si nos sens ou nos instruments sont plus sensibles aux unes qu'aux autres, cela ne constitue pas une différence de nature. Comme tous les corps émettent des radiations calorifiques, nous avons pensé que le mot *chaleur* était le plus convenable pour désigner l'ensemble des radiations... De la sorte, le mot *chaleur* embrassera toute l'énergie vibratoire propagée par l'éther.

» Ainsi donc, pour nous, la chaleur, considérée objectivement, consiste dans le mouvement vibratoire des atomes d'éther, que ces atomes soient indépendants ou qu'ils soient associés pour former des groupes chimiques.

» Ainsi, ni les mouvements de translation, ni les mouvements de rotation ne constituent de la chaleur. Leur force vive est bien apte à se transformer en énergie calorifique ; mais, tant que la transformation n'est pas opérée, il n'y a pas de chaleur existante. Pareillement, les vibrations des éléments matériels qui résultent d'oscillations de leur centre de gravité et s'accomplissent de toute pièce, telles que les vibrations sonores, ne sont pas de la chaleur. Leur énergie propre est très distincte de l'énergie calorifique, qui consiste essentiellement, non dans les mouvements d'ensemble des atomes chimiques, mais dans les mouvements vibratoires particuliers des atomes d'éther qui les composent.

» Déterminer l'origine de la chaleur, c'est donc préciser les circonstances où ces sortes de mouvements prennent naissance. Or nous avons vu plus haut que les courants éoniens, en traversant un atome composé, communiquent à ses éléments de l'énergie vibratoire. Nous avons donc ainsi constaté que de la chaleur est engendrée au sein du groupe chimique ; et nous avons vu la part qui revient à chacun des agents producteurs du phénomène.

» L'éon apporte la force vive nécessaire ; les atomes d'éther constitutifs du groupe chimique la recueillent sous forme d'énergie vibratoire, et c'est la monade directrice du groupe qui opère la transformation et la régularise. »

Nous ne suivrons pas ici le P. Leray dans les conséquences variées qu'il déduit de cette manière de concevoir la chaleur. Nous renvoyons au *Mémoire sur la théorie cinétique des gaz* (1) le physicien curieux de savoir comment ces conséquences s'accordent avec les lois bien connues de la thermodynamique. Ils verront comment le P. Leray a été amené par ses idées sur la chaleur à donner, du rapport des chaleurs spécifiques des gaz, une théorie nouvelle et pleinement conforme aux données expérimentales ; comment, en outre, il a cherché à vérifier ses principes par de curieuses expériences radiométriques. Mais toutes ces questions nous entraîneraient hors de l'exposé général que nous cherchons à écrire.

VIII

ACTION DES ATOMES CHIMIQUES SUR L'ÉTHER. GRAVITATION.

Les courants éoniens qui traversent un atome chimique y perdent une partie de leur force vive; cette force vive se transforme en force vive de mouvements vibratoires pour les divers atomes d'éther qui constituent l'élément chimique, c'est-à-dire en chaleur. Ils sortent donc affaiblis, non que les atomes qui les composent soient moins nombreux, mais parce qu'ils marchent avec une vitesse moindre.

Plaçons un atome d'éther auprès d'un atome chimique ; sur la face qui regarde cet atome chimique, l'atome d'éther est frappé seulement par ces courants éoniens atténués, énervés ; sur l'autre face, au contraire, il reçoit le choc de courants qui possèdent toute leur intensité ; l'impulsion que ceux-ci lui communiquent est plus puissante que l'impulsion qu'il éprouve de ceux-là ; il sera poussé vers

(1) Communiqué à la Société française de physique, publié dans les *Annales de chimie et de physique* en 1892, et réuni, sous forme d'appendice, au *Complément à l'Essai sur la synthèse des forces physiques.*

l'atome chimique ; ainsi, un atome chimique semblera attirer les atomes d'éther qui se trouvent dans son voisinage.

Nous disons « qui se trouvent dans son voisinage », car l'atome chimique ne protégera du bombardement des atomes éoniens que les atomes d'éther très peu éloignés de lui ; en sorte que la force attractive dont nous venons de parler cessera de se faire sentir à une toute petite distance de l'atome chimique ; les atomes d'éther situés au delà de cette distance n'éprouveront aucun effet de l'atome chimique ; ceux, au contraire, qui seront à une distance moindre s'approcheront de sa surface ; et, autour d'un atome chimique, l'éther se condensera pour lui former une sorte d'atmosphère.

Le P. Leray est ainsi conduit, par le développement logique de son système, à attribuer aux atomes chimiques une action attractive sur l'éther, action en tout semblable à celle que Cauchy, que Briot ont invoquée pour expliquer la dispersion en un spectre des diverses couleurs de la lumière blanche.

Lorsque deux atomes chimiques se trouvent au voisinage l'un de l'autre, chacun d'eux ralentit les courants éoniens qui le traversent, et, par là, naît entre les atomes chimiques une attraction apparente, analogue à l'attraction qu'un atome chimique exerce sur un atome d'éther, mais s'étendant à une distance plus grande.

Mais si le passage dans les pores d'un atome chimique affaiblit les courants éoniens, le passage de ces mêmes courants au travers des innombrables pertuis que laissent entre eux les atomes chimiques qui forment un corps les affaiblira également ; ils laisseront dans le corps une partie de leur force vive sous forme de mouvements vibratoires, c'est-à-dire de chaleur, et si, à leur sortie, ils rencontrent un second corps, ils seront trop faibles pour le soutenir contre l'assaut des courants qui le heurtent sur l'autre face, en pleine vitesse. Ce second corps sera donc poussé vers le premier ; il semblera attiré par lui.

Cette attraction apparente obéit, le P. Leray le démontre, aux lois de l'attraction universelle ; du moins ces lois sont-elles, pour cette attraction, une première approximation ; l'attraction universelle est donc expliquée, et expliquée sans qu'aucune action à distance ait été invoquée. Nous avons vu que, dans l'ordre chronologique des recherches du P. Leray, ce résultat était le premier ; on peut assurer qu'en importance il n'est pas le dernier.

IX

COHÉSION.

Mais les atomes éoniens ne sont pas les seuls atomes qui puissent, dans leurs mouvements, venir choquer des atomes chimiques ; les atomes éthérés, eux aussi, peuvent venir choquer les atomes chimiques dont le tissu est trop serré pour qu'ils puissent pénétrer à l'intérieur. Ces chocs répétés engendrent une pression capable de faire adhérer les uns aux autres divers atomes chimiques et de produire ainsi les effets que l'on attribue d'ordinaire à la *cohésion*. C'est par l'étude de la cohésion et aussi de l'*affinité chimique* que le P. Leray termine son second volume. De la théorie de l'affinité chimique nous ne dirons rien, non seulement pour ne pas grossir outre mesure ce compte rendu, mais aussi parce que les liens qui unissent cette théorie au reste du système du P. Leray nous semblent quelque peu lâches. Nous espérons d'ailleurs que ce que nous avons dit ici du système cosmologique du savant Eudiste inspirera à plus d'un lecteur le désir de prendre, dans les propres ouvrages de cet auteur, connaissance de ce que nous avons omis.

DEUXIÈME PARTIE

L'ACTION A DISTANCE EST-ELLE POSSIBLE ?

Maintenant que nous avons esquissé dans son ensemble le système cosmologique du P. Leray, revenons à ce qui est la pierre angulaire de ce système, l'impossibilité de l'action à distance.

Le mouvement des planètes est le même que si le soleil et les planètes s'attiraient suivant les lois découvertes par Newton. Est-il possible que cette action attractive des masses matérielles éloignées les unes sur les autres soit une propriété inhérente à ces masses, propriété qu'il soit, par conséquent, à la fois inutile et impossible d'expliquer ? Faut-il, au contraire, réputer métaphysiquement impossible, pour un corps, la capacité de mouvoir à distance un autre corps ; regarder l'attraction universelle comme une force apparente, et l'expliquer en invoquant uniquement les actions qu'exercent les unes sur les autres des particules au contact ?

C'est pour cette dernière opinion que tient le P. Leray.

« Il est de toute impossibilité (1) qu'un corps agisse là où il n'est pas, et que le soleil, par exemple, meuve directement la terre..... »

«..... En effet (2), l'activité est une faculté de la substance, et l'action n'est autre chose que l'opération de cette faculté. Or, la faculté est inséparable de la substance en qui elle réside, et l'opération est inséparable de la faculté qui opère. Donc, l'action séparée de la substance qui agit, l'action à distance, est de toute impossibilité.

» En d'autres termes, l'action est une manière d'être de la substance agissante. Or les manières d'être sont inhé-

(1) P. Leray. *Essai sur la synthèse des forces physiques*, p. VI.
(2) *Ibid.*, p. 3.

rentes au sujet qu'elles modifient ; donc elles ne peuvent exister hors de lui, à distance. »

Il est curieux de voir combien a varié l'opinion des philosophes sur ce point.

Jusqu'à Descartes, on ne fait nulle difficulté de regarder la propriété qu'a un corps d'agir à distance sur un autre corps, comme une propriété première et inhérente au corps.

Gilbert, dans son *De Arte magnetica*, publié en 1600, n'hésite pas à regarder la propriété d'attirer le fer à distance comme une propriété essentielle de l'aimant. Copernic regarde l'attraction mutuelle des particules matérielles comme une propriété première donnée à ces particules par la Providence : *Gravitatem non aliud esse quam appetentiam quamdam naturalem partibus inditam a divinâ providentiâ opificis universorum, ut in unitatem integritatemque suam sese conferant, in formam globi coeuntes.* Kepler, dans la célèbre introduction au traité *De Stella Martis* où, pour la première fois, les marées sont attribuées à la lutte entre l'attraction lunaire et l'attraction terrestre sur les eaux de la mer, Képler, dis-je, ne fait nulle difficulté d'attribuer à la lune une *virtus tractatoria.*

Galilée, toutefois, dans ses *Dialogues sur le système du monde*, déplore de voir Képler faire ainsi appel, pour expliquer le flux et le reflux de la mer, à une qualité occulte.

Ce qui semblait tout naturel aux prédécesseurs de Descartes va sembler absurde à Descartes et à ses successeurs.

Pour Descartes, on le sait, l'essence de la matière est l'étendue ; toutes les propriétés d'une partie quelconque de la matière doivent découler de son essence, et cette essence consiste simplement à être une certaine portion de l'étendue ; or de l'étendue ne peut agir, de l'étendue ne peut avoir de tendance ; une partie de la matière ne peut donc agir sur une autre pour modifier son mouvement ; elle ne peut tendre à s'approcher ou à s'éloigner de cette autre partie ; toute action, toute tendance de ce genre doit être

regardée comme une manière de parler, comme une fiction, et les effets qu'on lui attribue ne sont pas expliqués par là ; ils nécessitent une explication.

D'où cette explication doit-elle être tirée ? De l'essence même de la matière. Chaque partie de matière est, par essence, identique à l'étendue qu'elle occupe ; l'étendue qu'occupe une partie de la matière est donc essentiellement impénétrable à tout autre corps, car elle ne peut être à la fois l'essence de deux corps différents. Considérons deux corps qui marchent l'un vers l'autre ; si leurs mouvements demeuraient inaltérés, il arriverait un moment où leur impénétrabilité serait violée, où une même région de l'espace appartiendrait à la fois à l'un et à l'autre ; il faut donc qu'au moment où commencerait à se produire cette violation de l'impénétrabilité, c'est-à-dire au moment précis où les deux corps sont en contact, leur mouvement soit modifié ; c'est ce qui constitue le *choc*.

Quelles sont les lois qui président à cette modification des mouvements des deux corps ? Quelles sont les lois du choc ? Descartes a essayé de les énoncer ; ses énoncés étaient inacceptables, comme Leibnitz l'a montré depuis ; il admettait la conservation de la quantité de mouvement, au lieu de supposer la conservation des trois composantes de cette quantité ; il n'avait pas l'idée d'admettre la constance de la force vive ; néanmoins, on ne saurait le méconnaître, l'introduction de la quantité de mouvement dans la théorie du choc était un premier pas vers la forme que cette théorie a revêtue depuis.

C'est donc au choc des diverses parties de la matière les unes contre les autres que l'on doit demander l'explication des divers phénomènes qu'étudie la physique ; et Descartes ne se contente pas de cette affirmation générale ; il descend dans le détail ; il entreprend de prouver comment les seules lois du choc suffisent à expliquer la pesanteur, les divers effets de la lumière, les marées, le magnétisme, etc. ; tout le monde connaît, au moins dans ses

grands traits, la célèbre théorie des tourbillons, par laquelle il pense expliquer tout le système du monde.

Cette tentative pour exposer jusqu'en ses derniers détails un univers dont l'étude naissait à peine, est d'une présomption qui fait aujourd'hui sourire celui qui lit le *Traité du Monde ou de la Lumière* et le livre *de Principiis philosophiae ;* Pascal, déjà, s'écriait : « Il faut dire en gros : cela se fait par figure et mouvement, car cela est vrai. Mais de dire quels, et composer la machine cela est ridicule; car cela est inutile, et incertain, et pénible. » Mais, si l'on peut trouver vains les efforts faits par Descartes pour « composer la machine » du monde, on ne saurait sans injustice méconnaître le très grand service que sa philosophie a rendu à la physique ; en enseignant qu'il était ridicule d'attribuer chaque nouvel effet à une nouvelle vertu des corps, que nommer une propriété n'était pas l'expliquer, il a vraiment ouvert la voie à la physique théorique ; et que l'on veuille ou non croire à la réalité de la *virtus tractatoria* que Képler attribue aussi bien à la terre qu'à la lune, personne, je pense, ne regrette la *virtus dormitiva* dont le docteur de Molière douait l'opium.

Au reste, si Pascal trouve inutile, incertaine et pénible, la tentative de composer la machine du monde, il retient soigneusement cette conséquence utile et pratique du système de Descartes qui se refuse à expliquer chaque effet naturel par l'invention d'une propriété, d'une vertu spéciale ; comme Descartes, il pense que toute véritable explication est celle qui n'invoque rien, sinon la figure et le mouvement, et il accable de sa mordante ironie ces philosophes qui « disent hardiment que les corps tendent en bas, qu'ils aspirent à leur centre, qu'ils fuient leur destruction, qu'ils craignent le vide, qu'ils ont des inclinations, des sympathies, des antipathies, qui sont toutes choses qui n'appartiennent qu'aux esprits. » D'ailleurs, il fit mieux que de se moquer de ces philosophes : en donnant l'explication des effets que l'on attribuait à l'horreur du

vide, il traça le premier exemple de la méthode que la physique allait suivre désormais.

Tout en admettant que l'univers matériel est un mécanisme, Pascal pensait que la construction de ce mécanisme, la création d'une philosophie du monde ne valait pas « une heure de peine ». Il s'en faut bien que les savants du XVIIe siècle aient tous partagé cet avis; et pour ne nommer que le plus illustre parmi ceux qui cherchèrent à ramener les phénomènes naturels à la figure et au mouvement, citons Christian Huygens.

On doit en effet à Huygens un *Discours de la cause de la pesanteur* qui, présenté par lui à l'Académie des sciences de Paris, fut plus tard, en 1690, imprimé à Leyde, à la suite du célèbre *Traité de la Lumière;* les passages suivants de la préface mise par Huygens en tête de ce Discours permettent d'apprécier exactement jusqu'à quel point il était du sentiment de Descartes :

« La Nature agit par des voies si secrettes et si imperceptibles, en amenant vers la terre les corps qu'on appelle pesants, que quelque attention ou industrie qu'on emploie, les sens n'y sçauraient rien découvrir. C'est ce qui a obligé les philosophes des siècles passez à ne chercher la cause de cet admirable effet, que dans les corps mesmes, et de l'attribuer à quelque qualité interne et inhérente, qui les faisait tendre en bas et vers le centre de la Terre, ou à un appétit des parties à s'unir au tout, ce qui n'estait pas exposer les causes, mais supposer des Principes obscurs et non entendus. On peut le pardonner à ceux qui se contentaient de pareilles solutions en bien des rencontres; mais non pas si bien à Démocrite et à ceux de sa Secte, qui aiant entrepris de rendre raison de tout par les Atomes, en ont excepté la seule Pesanteur, qu'ils ont attachée aux corps terrestres et aux Atomes mesmes, sans s'enquérir d'où elle leur pouvait venir. Parmi les autheurs et restaurateurs modernes de la Philosophie, plusieurs ont bien jugé qu'il fallait établir quelque chose

au dehors des corps, pour causer les attractions et les fuites qu'on y observe : mais ils ne sont allez guère plus loin que ces premiers, lorsqu'ils ont eu recours, les uns à un air subtil et pesant, qui en pressant les corps les fist descendre ; (car c'est supposer desja une pesanteur, et il est si fort contre les loix de la Méchanique de vouloir qu'une matière liquide et pesante presse en bas les corps qu'elle environne, qu'au contraire elle devrait les faire monter, estant supposez sans aucun poids en eux mesmes, tout ainsi que l'eau fait monter une phiole vuide qu'on y enfonce) les autres à des esprits et à des émanations immatérielles ; ce qui n'éclaircit de rien, puisque nous n'avons nulle conception, comment ce qui est immatériel donne du mouvement à une substance corporelle.

» Mr Des Cartes a mieux reconnu que ceux qui l'ont précédé, qu'on ne comprendrait jamais rien d'avantage dans la Physique, que ce qu'on pourrait rapporter à des Principes qui n'excèdent pas la portée de notre esprit, tel que sont ceux qui dépendent des corps, considérez sans qualitez, et de leurs mouvements. Mais comme la plus grande difficulté consiste à faire voir comment tant de choses diverses sont effectuées par ces seuls Principes, c'est à cela qu'il n'a pas réüssi dans plusieurs sujets particuliers qu'il s'est proposé à examiner, desquels est entre autres, à mon avis, celuy de la Pesanteur. On en jugera par les remarques que je fais en quelques endroits sur ce qu'il en a escrit ; aux quelles j'en aurais pu joindre d'autres. Et cependant j'avoue que ses essais, et ses vües, quoyque fausses, ont servi à m'ouvrir le chemin à ce que j'ay trouvé sur ce mesme sujet.

» Je ne le donne pas comme estant exempt de tout doute, ni à quoy on ne puisse faire des objections. Il est trop difficile d'aller jusque là dans des recherches de cette nature. Je crois pourtant que si l'hypothèse principale, sur laquelle je me fonde, n'est pas la véritable, il y a peu d'espérance qu'on la puisse rencontrer, en demeurant dans les limites de la vraye et saine Philosophie. »

Ainsi Huygens, tout en rejetant la théorie même des tourbillons telle que l'a présentée Descartes, demeure pleinement dans la philosophie cartésienne. Rien ne le marque mieux que la première phrase de son Discours, qui peut être regardée comme un énoncé très clair de la physique selon Descartes : « Pour trouver une cause intelligible de la Pesanteur il faut voir comment il se peut faire, en ne supposant dans la nature que des corps qui soient faits d'une mesme matière, dans lesquels on ne considère aucune qualité ni aucune inclination à s'approcher les uns des autres, mais seulement des différentes grandeurs, figures et mouvements ; comment, dis-je, il se peut faire que plusieurs pourtant de ces corps tendent directement vers un mesme centre, et s'y tiennent assemblez à l'entour. »

Nous ne détaillerons pas le mécanisme proposé par Huygens pour expliquer la pesanteur ; il nous suffira d'avoir marqué la position, si franchement cartésienne, prise par le géomètre des Pays-Bas.

Entre le moment où Huygens communiquait à l'Académie des sciences de Paris son *Discours de la cause de la pesanteur*, et le moment (1690) où il le fit imprimer à Leyde, parut (1687) l'immortel ouvrage de Newton : *Philosophiae naturalis principia mathematica;* si bien que Huygens dut rédiger une *addition* à son *Discours* pour réfuter les objections de Newton contre la physique cartésienne et opposer à la théorie newtonienne de la figure de la terre une théorie cartésienne que l'expérience a d'ailleurs condamnée. Le livre de Newton va devenir le point de départ d'une évolution dans la manière de traiter la physique.

La position prise par Newton dans la discussion relative à la réalité des actions à distance peut être caractérisée ainsi : Dans un grand nombre de cas, les mouvements des corps sont les mêmes que s'ils exerçaient à distance, les uns sur les autres, certaines actions attractives ou répul-

sives ; non seulement l'attraction universelle rend compte de tous les mouvements des corps célestes, mais encore les diverses branches de la physique doivent faire entrer en ligne de compte d'autres forces attractives ou répulsives : actions électriques, magnétiques, attraction ou répulsion moléculaire, action répulsive de la matière sur les corpuscules lumineux.

Ces actions à distance doivent-elles être regardées comme des propriétés essentielles et premières de la matière? doivent-elles, au contraire, s'expliquer par la figure et le mouvement des particules qui composent un éther ? La probabilité est pour la seconde opinion.

Mais l'explication du mécanisme réel qui rendrait compte des actions à distance regardées comme fictives offre sans doute de grandes difficultés ; il convient donc de s'attacher d'abord à l'étude des actions à distance et de leurs effets, quitte à chercher ensuite, lorsque la physique sera plus avancée, par quels mouvements et par quels chocs ces actions se transmettent.

En tout cas, le but du physicien est atteint lorsqu'il est parvenu à ramener une classe étendue de phénomènes à la considération de certaines actions à distance, soumises à des lois mathématiques précises ; l'explication de ces forces et des lois qui les assujettissent est œuvre de métaphysicien.

Que telle est bien la pensée de Newton, c'est ce qui résultera de quelques citations :

« Hactenus, dit-il au Livre des *Principes*, phaenomena coelorum et maris nostri per vim gravitatis exposui, sed causam gravitatis nondum assignavi. Oritur utique haec vis a causa aliqua, quae penetrat ad usque centra solis et planetarum, sine virtutis diminutione ; quaeque agit non pro quantitate superficierum particularum, in quas agit (ut solent causae mechanicae), sed pro quantitate materiae solidae. Rationem harum gravitatis proprietatum ex phaenomenis nondum potui deducere et hypotheses non fingo.

Satis est quod gravitas revera existat et agat secundum leges a nobis expositas. »

Plus tard, en la célèbre XXXIe question qui termine l'*Optique*, Newton écrit : « Les corps agissent les uns sur les autres par les attractions de la gravité, du magnétisme et de l'électricité, il n'est pas improbable qu'il existe d'autres pouvoirs attractifs que ceux-là. Comment ces attractions se produisent-elles? Je ne le veux point examiner ici. Ce que je nomme attraction peut être produit par *impulsion* ou par tout autre moyen qui m'est inconnu. Je me sers seulement de ce mot pour désigner d'une manière générale toute force par laquelle les corps tendent l'un vers l'autre, quelle qu'en soit la cause. » Puis, plus loin : « Expliquer chaque propriété des choses en les douant d'une qualité spécifique occulte par laquelle seraient engendrés et produits les effets qui se manifestent à nous, c'est ne rien expliquer du tout. Mais tirer des phénomènes deux ou trois principes généraux de mouvement; expliquer ensuite toutes les propriétés et les actions des corps au moyen de ces principes clairs, c'est vraiment, en Philosophie, un grand progrès, lors même que les causes de ces principes ne seraient pas découvertes ; c'est pourquoi je n'hésite pas à proposer les principes du mouvement, tout en laissant de côté les recherches des causes. »

D'ailleurs, cette recherche des causes que Newton laisse en dehors de l'exposé de ses théories, il ne la méprise pas; maint passage de ses ouvrages ou de ses lettres nous le montre préoccupé de la cause de la gravité et cherchant cette cause dans les mouvements de l'éther. Mais, tout en estimant utile la recherche des causes, il marque nettement en quoi elle se sépare de la physique : la physique n'a pas pour but de nous dire les causes des effets que nous observons autour de nous; son but, plus modeste, consiste d'abord à grouper les faits en lois — c'est l'objet de la physique expérimentale, — puis

à réduire les lois à un petit nombre de principes généraux, énoncés dans le clair langage des mathématiques — c'est l'objet de la physique théorique. Au-dessus de la physique expérimentale, au-dessus de la physique théorique, se place la science qui a pour but de ramener à leurs causes véritables les principes de cette dernière; mais cette science n'est plus de la physique, c'est cette branche de la métaphysique que l'on nomme la cosmologie.

Voilà la distinction que Galilée et Pascal avaient déjà pratiquée, que Newton entend affirmer et qu'il prend pour guide dans la composition de ses traités.

Ses contemporains ne le comprirent pas.

Les uns, obstinément attachés aux idées de Descartes, persuadés que toute physique « intelligible » ne pouvait faire entrer en considération que « des corps qui soient faits d'une même matière, dans lesquels on ne considère aucune qualité ni aucune inclination à s'approcher les uns des autres, mais seulement des différentes grandeurs, figures et mouvements », ne pouvaient se résoudre à attacher une valeur quelconque à la physique que préconisait Newton; pour eux, nulle différence entre ces principes généraux de mouvement que Newton proposait sans en rechercher les causes, et les qualités occultes de cette ancienne physique où l'on expliquait l'expérience de Torricelli par l'horreur du vide ou par la légèreté mouvante. « Je reviens donc à ce que j'ai avancé, dit un Cartésien (1) discutant les principes de Newton, et je conclus qu'en suivant la méthode de ce grand géomètre, rien n'est plus facile que de développer le mécanisme de la nature; voulez-vous vous rendre raison d'un phénomène compliqué, exposez-le géométriquement, vous aurez tout fait; ce qui pourra rester d'embarrassant pour le physicien dépendra

(1) De Gamacher, *Principes généraux de la Nature appliqués au mécanisme astronomique et comparés aux principes de la philosophie de M. Newton.* Paris, 1740.

à coup sûr ou d'une loi primordiale, ou de quelque détermination particulière » (1).

Les autres, méconnaissant la pensée de Newton, prirent pour explications ces principes dont le grand géomètre avait si bien reconnu la nature, et crurent que l'attraction universelle ou moléculaire était la cause véritable et ultime des phénomènes physiques. Les progrès de la *physique* créée par Newton ne tardèrent pas à faire triompher cette *métaphysique* qui, bien à tort, se réclamait de lui. Nous retrouverons tout à l'heure cette école dont Laplace et Poisson sont les plus illustres représentants.

Leibnitz avait d'abord embrassé les doctrines cartésiennes; sans doute, et dès le principe, il ne les adopte pas en aveugle et sans les corriger; dans sa *Theoria motus abstracti* et dans sa *Theoria motus concreti,* il rejette la conservation de la quantité de mouvement telle que l'enseignait Descartes, pour la remplacer par la con-

(1) Dans un article sur les *Théories physiques*, publié par la Rev. des quest. scient., j'ai insisté sur la distinction que marque Newton entre le but de la physique théorique et la recherche des causes; dans le Bulletin philosophique (1892, pp. 653-5), un savant auteur a cru devoir mettre ses lecteurs en garde contre le " venin de scepticisme „ que mes doctrines lui paraissent recéler. " Ce n'est point par amour de la métaphysique, dit-il, que M. Duhem lui laisse ainsi le champ libre; c'est bien plutôt par dédain; il ne veut pas sur son domaine à lui de cette plante étrangère. Il pense que la physique ne doit ni accepter le joug de la métaphysique, ni lui imposer le sien. Ainsi, il ne s'agit plus d'accord, chaque science fera ses affaires dans son coin. La philosophie, repentante d'avoir négligé le monde physique, s'était mise à étudier les sciences et à rentrer en harmonie avec elles. La science fuit de son côté et refuse de prêter aucun concours à la philosophie. Mais est-ce encore de la science, une étude qui renonce à savoir ce que les choses sont en elles-mêmes et quelles sont leurs causes? „ — J'en demande pardon à mon savant contradicteur, mais je crois qu'il ne m'a pas compris; en cherchant à marquer la séparation entre la science positive et la métaphysique, je n'entends dédaigner ni l'une, ni l'autre de ces deux sciences, et je pense faciliter leur accord beaucoup mieux que si je confondais l'objet et la méthode de l'une avec l'objet et la méthode de l'autre. Mon savant contradicteur constate que ces idées ont trouvé faveur auprès de quelques scolastiques; c'est en effet un des grands titres de gloire de la philosophie d'Aristote d'avoir reconnu que chaque science avait son domaine propre et ses méthodes indépendantes, et que l'harmonie n'exigeait pas la confusion — au contraire.

servation de la projection de cette quantité sur un axe quelconque ; il y adjoint la conservation des forces vives ; mais, si les développements de sa mécanique diffèrent de ceux de Descartes, les fondements métaphysiques sur lesquels elle repose sont bien ceux du grand philosophe français ; non seulement, il dit : « en gros, cela se fait par figure et mouvement », mais encore, dans sa *Theoria motus concreti,* suivant l'exemple audacieux de Descartes et de Huygens, il tente « de dire quels et de construire la machine » ; il essaye d'expliquer d'une manière purement mécanique, par des mouvements d'un éther, la lumière, la pesanteur, l'élasticité, le magnétisme, etc. ; il pense qu'admettre une force telle que l'attraction à distance, ce serait faire retour aux qualités occultes dont la physique avait eu tant de peine à se débarrasser. Pendant toute sa vie, il continue de rejeter la réalité de l'attraction newtonienne, et son opinion sur ce point semblait du reste bien conforme à son système où les monades sont incapables d'action réelle les unes sur les autres. Sa métaphysique, cependant, devait amener ses successeurs à regarder les actions à distance comme la véritable explication des phénomènes naturels. Expliquons comment s'est effectuée cette évolution.

Pour Leibnitz, il n'y a aucune action réelle, directe, des monades les unes sur les autres ; lorsque deux monades semblent agir l'une sur l'autre, c'est, en réalité, parce que les perceptions de l'une se développent d'elles-mêmes en harmonie avec les perceptions de l'autre, harmonie préétablie par la souveraine sagesse et la souveraine puissance de Dieu.

Or, ce ne sont pas seulement les perceptions de deux monades en contact qui ont entre elles une harmonie préétablie ; cette harmonie existe entre les perceptions de deux monades, quelle qu'en soit la distance, car les perceptions d'une monade quelconque reflètent, plus ou moins distinctement, l'univers entier ; et même la distance

de deux monades n'est pas autre chose qu'un certain rapport entre les perceptions de ces deux monades.

Ainsi donc, toute action mutuelle des monades est une action purement fictive, un effet de l'harmonie préétablie par Dieu entre le développement interne de ces deux monades; mais, à cet égard, il n'y a pas de distinction à établir entre deux monades contiguës et deux monades distinctes.

Dans le système de Leibnitz, « les manières de parler ordinaires se sauvent encore très bien. Car on peut dire que la substance dont la disposition rend raison du changement, d'une manière intelligible (en sorte qu'on peut juger que c'est à elle que les autres ont été accommodées en ce point dès le commencement, selon les décrets de Dieu), est celle qu'on doit concevoir en cela, comme *agissante* ensuite sur les autres. »

D'après ce principe, comment se traduiront les conclusions que nous venons d'énoncer, sinon ainsi : les monades agissent les unes sur les autres aussi bien à distance qu'au contact, et elles agissent même quelque grande que soit la distance qui les sépare.

Il est bien vrai que l'action dont il est ici question est, pour Leibnitz, une action purement fictive, un effet de l'harmonie préétablie de Dieu ; mais rendons maintenant à chaque monade la propriété, dont Leibnitz l'avait privée, de causer d'une manière efficiente, quoique seconde, les modifications des autres monades, et nous arrivons au système du P. Boscowich et de Kant, aux monades matérielles exerçant les unes sur les autres, *même à distance*, des actions attractives et répulsives, véritables causes, sources d'une véritable explication des phénomènes physiques. Ainsi, en réduisant la matière à l'étendue, Descartes rejetait forcément l'action à distance; en proclamant que la matière n'est pas seulement l'étendue, Leibnitz supprime toutes les raisons qui conduisaient à nier l'action des parties non contiguës de la matière.

Tandis que la métaphysique de Leibnitz donnait ainsi naissance à une philosophie qui faisait des actions attractives et répulsives à distance la véritable cause de tous les phénomènes, les géomètres, par une voie différente, arrivaient à une conclusion semblable.

Newton avait séparé le rôle de la physique, qui consiste selon lui à réduire le grand nombre des lois expérimentales à un petit nombre de principes théoriques, du rôle de la métaphysique, qui consiste à rechercher les causes d'où découlent ces principes; il avait montré que le premier de ces deux ordres de recherches devait être poussé très avant pour qu'il fût possible d'aborder le second ; que, sans la métaphysique, la physique avait droit à l'existence, bien qu'elle ne nous donnât qu'une connaissance incomplète du monde.

Fidèles à ces enseignements, les grands géomètres abandonnèrent la tradition de ceux qui, comme Descartes et Huygens, ne séparaient pas l'étude théorique des lois de la nature et la recherche des causes d'où ces lois découlent; ils cherchèrent à approfondir les lois de la physique sans en demander l'explication métaphysique ; et, donnant à ces lois la forme qui s'était montrée si féconde entre les mains de Newton, ils tentèrent de réduire tous les phénomènes du monde matériel à des actions attractives ou répulsives s'exerçant à grande ou à petite distance entre les molécules matérielles.

Leurs recherches furent d'une étonnante fécondité. Pendant que d'Alembert, Mac Laurin, Clairaut, Euler, Lagrange, Laplace, perfectionnaient la mécanique céleste, Coulomb, Poisson, Ampère créaient la théorie de l'électricité, Clairaut, Laplace et Gauss celle de la capillarité, Navier, Fresnel, Poisson, Cauchy, celle de l'élasticité, Laplace, celle de la chaleur.

Ces succès prodigieux firent oublier aux physiciens la sage réserve de Newton ; la puissance de l'instrument dont ils disposaient leur fit prendre cet instrument pour la

clef de l'univers ; ils crurent qu'il leur donnait non seulement l'image théorique, mais encore l'explication métaphysique du monde ; ils finirent par faire passer la théorie des actions à distance du rang de représentation synthétique au rang d'explication.

Cette présomptueuse tendance perce à chaque instant dans les écrits des plus grands d'entre eux. Laplace, parlant de l'attraction moléculaire, dit : « Tous les phénomènes terrestres dépendent de ce genre de forces, comme les phénomènes célestes dépendent de la gravitation universelle. Leur considération me paraît devoir être maintenant le principal objet de la philosophie mathématique. Il me semble même utile de l'introduire dans les démonstrations de la mécanique, en abandonnant les considérations abstraites de lignes sans masse, flexibles ou inflexibles, et de corps parfaitement durs. Quelques essais m'ont fait voir qu'*en se rapprochant ainsi de la nature* on pouvait donner à ces démonstrations autant de simplicité et beaucoup plus de clarté que par les méthodes usitées jusqu'à ce jour. »

Poisson dit de même « qu'il serait à désirer que les géomètres reprissent sous ce point de vue physique et *conforme à la nature* les principales questions de la mécanique. Il a fallu les traiter d'une manière tout à fait abstraite pour découvrir les lois générales de l'équilibre et du mouvement ; et, en ce genre d'abstraction, Lagrange est allé aussi loin qu'on le puisse concevoir ;... c'est là ce qui constitue la *mécanique analytique ;* mais, à côté de cette admirable conception, on pourrait maintenant élever la *mécanique physique,* dont le principe unique serait de ramener tout aux actions moléculaires. »

Ampère écrit, au début de son grand mémoire sur l'électrodynamique : « L'époque que les travaux de Newton ont marquée dans l'histoire des sciences n'est pas seulement celle de la plus importante des découvertes que l'homme ait faites sur les causes des grands phénomènes

de la nature ; c'est aussi l'époque où l'esprit humain s'est ouvert une nouvelle route dans les sciences qui ont pour objet l'étude de ces phénomènes.

» Jusqu'alors on en avait presque exclusivement cherché les causes dans l'impulsion d'un fluide inconnu qui entraînait les particules matérielles suivant la direction de ses propres particules; et partout où l'on voyait un mouvement révolutif, on imaginait un tourbillon dans le même sens.

» Newton nous a appris que cette sorte de mouvement doit, comme tous ceux que nous offre la nature, être ramenée par le calcul à des forces agissant toujours entre deux particules matérielles suivant la droite qui les joint, de manière que l'action exercée par l'une d'elles sur l'autre soit égale et opposée à celle que cette dernière exerce en même temps sur la première, et qu'il ne puisse, par conséquent, lorsqu'on suppose ces deux particules liées invariablement entre elles, résulter aucun mouvement de leur action mutuelle. C'est cette loi confirmée aujourd'hui par toutes les observations, par tous les calculs, qu'il exprima dans le dernier des trois axiomes qu'il plaça au commencement des *Philosophiae naturalis principia mathematica*. Mais il ne suffisait pas de s'être élevé à cette haute conception; il fallait trouver suivant quelle loi ces forces varient avec la situation respective des particules entre lesquelles elles s'exercent, ou, ce qui revient au même, en exprimer la valeur par une formule.

» Newton fut loin de penser qu'une telle loi pût être inventée en partant de considérations abstraites plus ou moins plausibles. Il établit qu'elle devait être déduite des faits observés, ou plutôt de ces lois empiriques qui, comme celles de Képler, ne sont que les résultats généralisés d'un grand nombre de faits.

» Le principal avantage des formules qui sont ainsi conclues immédiatement de quelques faits généraux donnés par un nombre suffisant d'observations pour que la

certitude n'en puisse être contestée, est de rester indépendantes, tant des hypothèses dont leurs auteurs ont pu s'aider dans la recherche de ces formules, que de celles qui peuvent leur être substituées dans la suite. L'expression de l'attraction universelle déduite des lois de Képler ne dépend point des hypothèses que quelques auteurs ont essayé de faire sur une cause mécanique qu'ils voulaient lui assigner. »

Nous pourrions multiplier les citations de ce genre, en emprunter à Fresnel, à Cauchy ; de toutes se dégagerait une impression analogue : non seulement ces grands géomètres pensent que, lorsqu'ils ont ramené les lois d'une classe de phénomènes à des actions attractives ou répulsives s'exerçant à distance, leur rôle de physicien est rempli — et, en cela, ils sont dans leur droit ; — mais encore, on les sent pleins de dédain pour les tentatives de ceux qui veulent assigner des causes à ces actions ; parfois même ils proclament hautement qu'ils ont obtenu une théorie conforme à la nature des choses et que, par conséquent, il n'y a rien à chercher au delà.

Ainsi, les métaphysiciens issus de Leibnitz comme les physiciens qui ont continué l'œuvre de Newton arrivent, à la fin du siècle dernier et au commencement de celui-ci, à se rencontrer en une même cosmologie : le monde est composé de points matériels, distants les uns des autres, entre lesquels s'exercent des forces attractives ou répulsives, causes de tous les phénomènes physiques ; ces actions sont des propriétés premières de la matière, qui expliquent tout et qu'il est inutile et vain de chercher à expliquer.

C'est vers cette époque (1782-1818) que Lesage, de Genève, tente de réagir contre la tendance générale, et d'expliquer l'attraction universelle que tout le monde regarde comme une propriété première de la matière. Lesage (1) se représente les particules matérielles non

(1) Nous empruntons cet exposé de la théorie de Lesage, dont les publica-

comme des solides pleins, mais comme de fines charpentes creuses. L'espace est supposé rempli de projectiles *(corpuscules ultra-mondains)*, extraordinairement petits par rapport aux atomes matériels, marchant en tout sens avec des vitesses prodigieuses ; parmi tous ceux qui passent dans le domaine de l'atome, un nombre excessivement petit le rencontrent ; ceux-là sont déviés de leur route, avec une petite diminution de leur quantité de mouvement. L'ensemble des corpuscules qui se dirigent vers l'atome possède une quantité de mouvement plus grande que ceux qui en émanent. Un autre atome exposé à leurs chocs sera donc poussé vers le premier par une force inversement proportionnelle au carré de la distance. Quant à la loi des masses, elle dérivera des hypothèses faites sur la loi de perte de mouvement par le choc. Si la diminution relative de la quantité de mouvement des corpuscules par un atome est suffisamment petite, l'attraction sera proportionnelle aux masses, même pour des corps aussi gros que les astres.

Cette théorie, analogue en bien des points à celle du P. Leray, demeura une tentative isolée ; elle ne parvint pas à troubler le triomphe des « attractionnistes ».

Ce triomphe s'est prolongé, à peu près incontesté, jusqu'au milieu du XIXe siècle ; les derniers échos en ont retenti jusqu'à nos jours ; Weber et ses disciples en Allemagne, Athanase Dupré et Hirn en France, — pour ne citer que des morts, — font reposer toute leur cosmologie sur l'existence d'actions attractives et répulsives entre particules matérielles distantes, actions qui découlent de l'essence même de la matière, et qui, par conséquent, ne peuvent être réduites à un mécanisme qui les expliquerait.

Mais tout triomphe à son terme, et, dans les théories philosophiques comme dans toutes les choses humaines,

tions ne sont pas entre nos mains, à l'écrit si intéressant de M. Marcel Brillouin : *Recherches récentes sur diverses questions d'hydrodynamique*, Paris, Gauthier-Villars, 1891.

la roche Tarpéienne est près du Capitole. Nous assistons, depuis un certain nombre d'années, à une réaction de plus en plus marquée contre l'explication du monde par les actions à distance et à un retour aux tendances générales de l'École cartésienne.

Les causes de cette réaction sont diverses.

Au premier rang, il convient de placer l'abus de la méthode préconisée par Laplace et Poisson; c'est du reste une loi générale que toute réaction contre une tendance ait pour cause principale l'excès de cette tendance. Pour remplacer les forces de liaison de Lagrange par des actions moléculaires, Poisson écrivit d'indigestes mémoires, encombrés d'un fatras de calculs compliqués; les conséquences de ces calculs le mettaient en contradiction parfois avec l'expérience, comme dans l'étude de l'élasticité, parfois même avec les plus belles conquêtes de la théorie de l'attraction moléculaire, comme dans la théorie de la capillarité, où il fut amené à contester les doctrines de Laplace et de Gauss. Cauchy, poussant jusqu'au bout, avec une prodigieuse audace d'analyse, la tendance attractioniste, voulut, pour rendre compte des lois de l'optique, pénétrer dans le détail des relations de la matière et de l'éther; il ne se contenta pas de dire que tout se faisait par attraction moléculaire; il voulut marquer comment « et construire la machine ». L'extrême complication des calculs, le peu de certitude des hypothèses sur lesquelles ils reposaient, finirent par rebuter les physiciens.

D'autre part, la vogue de la théorie de l'attraction moléculaire a été grandement amoindrie par les progrès de sciences qui n'en étaient pas issues, ou qui même contrariaient ses tendances.

La thermodynamique, en rayant de la science le calorique et les forces attractives ou répulsives dont il était la source, a enlevé à la doctrine de l'attraction moléculaire une part étendue de son domaine; la théorie cinétique des gaz a repris les explications qui avaient été

autrefois rattachées par Bernoulli à la philosophie cartésienne; l'étude des mouvements tourbillonnaires des fluides a ramené l'attention sur les tourbillons de Descartes et a manifesté des attractions apparentes, en tout semblables aux actions électrodynamiques qu'Ampère réputait réelles.

Cette double poussée a conduit les physiciens à se passer des actions à distance partout où il était possible de ne pas les invoquer, et, dans les théories d'où l'on ne pouvait les éliminer, à tenter du moins de les expliquer; de là, les vues de Faraday et de Maxwell sur l'explication des actions électriques par les propriétés d'un milieu éthéré; de là, la théorie cosmologique de sir W. Thomson, fondée sur la conception des atomes tourbillons; de là, en un mot, le développement d'une physique mécanique que l'on peut, à juste titre, regarder comme une renaissance du Cartésianisme. Dans ce mouvement, les travaux du P. Leray ont une place, et non des moins importantes.

Nous avons passé en revue les principales variations des philosophes au sujet de la nature des actions à distance; le lecteur serait peut-être en droit de nous demander une conclusion ; mais, à la vue des opinions si diverses que tant de grands génies ont émises sur cette question, nous nous arrêtons effrayé et nous n'osons nous déclarer compétent en un pareil procès. Nous nous contenterons de rappeler à ceux qui nous accuseraient de laisser suspendus dans le doute les principes de la physique, que la solution du procès, intéressante au plus haut point pour la métaphysique, n'a pas d'influence sur les théories de la physique. Que les actions à distance soient ou ne soient pas des propriétés premières des éléments des corps, le physicien a toujours le droit de les employer dans ses spéculations, mais en se souvenant bien que ses efforts tendent à condenser en quelques principes la multitude

des lois expérimentales et non à ramener les phénomènes à leurs causes; et nous terminerons en répétant ce mot de Newton : « Tirer des phénomènes deux ou trois principes généraux de mouvement; expliquer ensuite toutes les propriétés et les actions des corps au moyen de ces principes clairs; c'est vraiment, en Philosophie, un grand progrès, lors même que les causes de ces principes ne seraient pas découvertes. »

P. Duhem.

M. DE QUATREFAGES

ET

L'ANTHROPOLOGIE

DEUXIÈME ARTICLE (1).

QUESTIONS D'ANTHROPOLOGIE PRÉHISTORIQUE.

Les lecteurs de la *Revue des questions scientifiques* savent ce qu'on entend par ce terme, *questions préhistoriques;* des plumes plus autorisées que la nôtre se chargent en effet de les tenir au courant de ce qui se passe dans le domaine de la préhistoire. Ils savent également combien est complexe cette science qui, selon la remarque de M. de Quatrefages, « touche à la fois à l'anthropologie, à la géologie et à l'archéologie, à l'étude des minéraux et à celle des êtres organisés vivants et fossiles. » De plus, elle est née d'hier, s'est constituée très rapidement, trop rapidement peut-être; autant de motifs pour que toutes ses solutions ne soient pas également évidentes, et que la discussion reste ouverte entre savants sur les faits qu'elle a enregistrés, comme sur les conclusions qu'elle propose.

M. de Quatrefages, avec sa loyauté et sa décision ordinaires, s'est prononcé pour ou contre telle et telle de

(1) Voir le premier article, *Questions d'anthropologie générale,* dans la précédente livraison, octobre 1892, pp. 353 et suiv.

ces solutions, et a appuyé son sentiment des motifs qu'il croyait les meilleurs. Nous proposant, dans ces pages, de continuer à faire connaître ses doctrines anthropologiques sur ce lointain passé, nous avons le devoir d'enregistrer ses opinions sur chaque question avec leurs motifs déterminants. Cela ne veut pas dire que nous nous en déclarons les partisans en bloc, ni que nous nous constituerions au besoin les défenseurs de toutes celles qui vont suivre. Nous croirons même répondre aux intentions du docte professeur et à son amour pour la vérité scientifique, en signalant à l'occasion quel accueil froid ou même hostile telle ou telle de ses idées favorites a reçu dans le monde savant.

Les questions qui se rapportent de près ou de loin à l'archéologie préhistorique sont innombrables, et pourraient remplir des volumes. Heureusement pour nous, M. de Quatrefages a restreint le cercle de ses recherches à un certain nombre de questions bien déterminées; encore nous contenterons-nous d'indiquer les principales. Pour cela, nous suivrons tout simplement l'ordre des périodes géologiques, en rattachant à chacune d'elles les problèmes anthropologiques qu'elles soulèvent.

§ 1. *L'Homme tertiaire.*

C'est à l'époque tertiaire que la question de l'existence de l'homme se pose pour la première fois. A-t-on découvert, dans cette période, soit des ossements qu'on puisse attribuer à l'homme, soit des restes de son industrie ?

A cette double question, M. de Quatrefages a répondu affirmativement, et jusqu'à la fin de sa vie il est resté partisan décidé et convaincu de l'homme tertiaire.

Déjà, en 1877, dans son beau livre sur l'*Espèce humaine,* il écrivait : « L'existence de l'homme pliocène

en Toscane est donc, à mes yeux, un fait acquis à la science. Toutefois je dois dire que cette conclusion n'est pas encore unanimement acceptée..... Les recherches de l'abbé Bourgeois, à Thenay, nous font remonter bien plus haut encore, jusqu'aux terrains miocènes, en plein âge tertiaire moyen » (1).

En 1891, dans sa *Préface* aux *Races humaines* du docteur Verneau, il y revenait avec insistance. « Faut-il, demandait-il, aller chercher nos premiers ancêtres jusque dans les alluvions des temps tertiaires ? Après bien des hésitations, j'ai cru pouvoir répondre affirmativement à cette question..... Certes les fossiles recueillis jusqu'à ce jour sont encore peu nombreux; sans doute aussi on a fait à certains d'entre eux des objections empruntées surtout à la géologie;.... mais je m'en remets aux découvertes futures pour achever de convaincre les savants qui conservent encore des doutes en dehors de toute idée préconçue » (2).

Entretemps, dans son *Introduction à l'étude des races humaines* publiée en 1887, M. de Quatrefages a dressé le bilan des découvertes relatives à nos ancêtres tertiaires, tant en Europe qu'en Amérique (3). Il ne sera pas inutile de les énumérer brièvement après lui; on jugera par là sur quelles bases repose la croyance à l'homme tertiaire.

« En Europe, dit-il, la présence de l'homme dans des dépôts franchement tertiaires a été signalée plus particulièrement dans cinq localités différentes, savoir : en France, par l'abbé Bourgeois, dans le miocène inférieur de la commune de Thenay, près de Pontlevoy (Loir-et-Cher), et par M. Rames, au Puy-Courny, près d'Aurillac (Cantal), dans le miocène supérieur; en Italie, par M. Capellini, dans le pliocène de Monte-Aperto, près de

(1) *L'Espèce humaine*, 1877, p. 112.
(2) *Préface* aux *Races humaines* du Dr Verneau, p. x.
(3) *Introduction à l'étude des races humaines*, Questions générales, pp. 88-105, où les découvertes sont rapportées et discutées.

Sienne, et par M. Ragazzoni, dans le pliocène inférieur de Castenedolo, aux environs de Brescia; en Portugal, par M. Ribeiro, à Otta, dans le miocène supérieur de la vallée du Tage » (1).

Les trouvailles du Dr Ribeiro et les silex de Thenay inspirent des doutes au savant professeur. « Je comprends, dit-il de ces derniers, que l'on puisse hésiter à attribuer à l'industrie humaine les silex recueillis à Thenay » (2).

Il est plus affirmatif pour les silex de M. Rames. « Il me semble difficile de ne pas reconnaître, dans un certain nombre de pièces recueillies par ce zélé chercheur et ses émules, les traces de la main humaine » (3).

Les deux découvertes italiennes lui donnent pleine confiance. « Les dernières objections relatives à l'existence de l'homme tertiaire me semblent d'ailleurs devoir tomber devant l'examen quelque peu attentif des incisions que portent les os de *Balaenotus* découverts par M. Capellini » (4).

Quant aux ossements recueillis par MM. Ragazzoni et Germani, et appartenant à quatre individus, un homme et une femme adultes et deux jeunes enfants, M. de Quatrefages ne voit aucune raison sérieuse d'en contester l'authenticité. « A coup sûr, dit-il, si elle avait été faite dans un terrain quaternaire, personne n'aurait contesté la réalité de cette découverte » (5).

En Amérique, on ne peut enregistrer aucune trouvaille dont l'authenticité soit hors de discussion, et la conclusion du professeur est la suivante : « En résumé, il me paraît démontré que l'Europe a eu ses hommes tertiaires, mais qu'on ne les a pas encore trouvés en Amérique » (6).

(1) *Introduction à l'étude des races humaines,* Quest. génér., p. 91.
(2) *Ibid.*, p. 93.
(3) *Ibid.*, p. 96.
(4) *Ibid.*, p. 97.
(5) *Ibid.*, p. 100.
(6) *Ibid.*, p. 105.

Ainsi, de l'aveu même du partisan le plus convaincu, c'est sur *trois faits*, tous contestables, et en réalité contestés par des savants dont l'indépendance d'esprit n'est un secret pour personne, que s'appuie la croyance à l'homme tertiaire. En vérité c'est une bien faible base, et M. de Quatrefages lui-même semble le reconnaître quand il écrit : « L'existence de l'homme tertiaire est encore aujourd'hui vivement discutée, et bien des savants, dont je respecte le savoir et la bonne foi, déclarent ne pouvoir l'admettre » (1).

Nous n'avons qu'indiqué les traits saillants du tableau, et nous supposons nos lecteurs familiers avec ces découvertes et ces discussions. S'ils voulaient s'éclairer davantage, il leur suffirait de se reporter au remarquable article publié ici-même par un homme dont la compétence égale la sincérité, M. Adrien Arcelin (2).

§ 2. *Les Temps quaternaires.*

Avec l'époque quaternaire nous sommes sur un terrain plus solide, et de nombreuses questions se posent au sujet de l'homme qui a vécu pendant cette période de l'histoire de notre planète. Nous allons chercher, dans les écrits de M. de Quatrefages, la réponse aux questions suivantes :

1° L'existence de l'homme pendant les temps quaternaires est-elle une vérité au-dessus de toute discussion ?

2° Dans cette période, qui a eu un commencement, un milieu et une fin, peut-on trouver quelque criterium qui aide à classer d'une façon chronologique les restes

(1) *Introd. à l'étude des races humaines*, Quest. génér., p. 89.

(2) Rev. des quest. scient., t. XXV, 20 janvier 1889, pp. 5-41 : *L'Homme tertiaire*, par M. A. Arcelin. — Et aussi le récent ouvrage de M. le Mis de Nadaillac, *Le Problème de la vie*, Paris, 1893, pp. 183-200.

humains ou les débris industriels découverts par les chercheurs ?

3° Les découvertes sont-elles assez nombreuses et assez caractéristiques pour avoir permis de rapporter ces restes de l'homme à un certain nombre de races bien déterminées ? Et que peut-on savoir aussi bien des caractères extérieurs que des aptitudes de ces races ?

4° Quels sont les rapports de ces races fossiles avec les races actuelles, et peut-on affirmer qu'elles ont encore des descendants parmi nous ?

1. L'existence de l'homme quaternaire est aujourd'hui admise par tous les savants, et ce serait aussi inutile que fastidieux d'en redire les preuves à nos lecteurs.

Ils aimeront mieux apprendre, de M. de Quatrefages lui-même, comment, selon son expression, il a été *converti* un peu tard à cette vérité, et quels ont été les motifs de sa conversion. C'est, en effet, en 1861 seulement que le savant professeur se rendit à l'évidence. Or, de 1823 à 1840, les découvertes relatives à l'homme *fossile,* comme on disait alors, s'étaient succédé, et avaient trouvé dans Ami Boué, Tournal, Christol, Schmerling, Marcel de Serres, des prôneurs convaincus. Depuis la mort de Cuvier surtout (1832), les trouvailles s'étaient multipliées, et l'existence de l'homme à l'époque quaternaire gagnait chaque jour du terrain. Pourtant de bons esprits hésitaient encore. M. de Quatrefages était de ceux-là, et le fut jusqu'en 1861, où parut le mémoire de Lartet sur la grotte d'Aurignac (1). Ce fut pour lui le trait de lumière. « Il m'était bien permis, écrit-il, de demander des preuves plus concluantes avant d'admettre un fait aussi considérable que celui de la coexistence de l'homme et des grands mammifères éteints, tout en reconnaissant que la question était désormais posée d'une manière sérieuse. Ces

(1) *Nouvelles recherches sur la coexistence de l'homme et des grands mammifères fossiles réputés caractéristiques de la dernière période géologique.* ANNALES DES SCIENCES NATURELLES, 1861.

preuves, je les ai trouvées dans le *Mémoire de M. Lartet sur la sépulture d'Aurignac.* Ici le doute n'était plus possible. L'homme apparaissait partout : dans cette accumulation de squelettes que renfermait une grotte où n'avait pu pénétrer aucun cours d'eau; dans cette dalle apportée pour fermer l'entrée du caveau; dans ces cendres, ces charbons, ces débris de repas; dans ces instruments de pierre qui avaient entaillé des os dont quelques-uns, portant la trace du feu, attestaient que la viande en avait été rôtie. Or, ces os eux-mêmes étaient ceux du grand ours des cavernes, du cerf gigantesque, de l'éléphant, du rhinocéros, toutes espèces qui n'existent plus. Un grand nombre montraient l'empreinte des dents d'un grand carnassier qui était venu profiter des restes laissés par l'homme, et les coprolithes, mêlés aux cendres de cet antique foyer, permettaient de reconnaître dans ce parasite l'hyène des cavernes, autre espèce disparue. En présence de cette accumulation de faits recueillis par un observateur éminent et d'une compétence indiscutable, je n'hésitai plus; j'acceptai l'existence de l'homme fossile comme clairement démontrée » (1).

Une fois converti, M. de Quatrefages mit tout son zèle à faire connaître au monde savant les reliques de nos ancêtres quaternaires, et au besoin à en défendre l'authenticité et la valeur. C'est ce qu'il fit en particulier au sujet de la célèbre mâchoire découverte en 1863 par M. Boucher de Perthes, à Moulin-Quignon, près d'Abbeville. M. de Quatrefages, convaincu de son anthenticité, prit au sérieux son rôle de défenseur dans cette discussion qu'on a spirituellement appelée *le procès de la mâchoire.* Il la défendit et contre les négations des savants anglais, et contre les doutes de quelques français, dans une série de notes publiées dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (2).

(1) *Hommes fossiles et hommes sauvages,* pp. 7-9.
(2) Sur la mâchoire humaine du diluvium d'Abbeville, cf. COMPTES RENDUS

Il a de même pris la défense des silex taillés, très attaqués au début, de M. Boucher de Perthes, auquel il reconnaît le mérite « d'avoir le premier démontré l'existence de l'homme fossile par les restes de l'industrie humaine » (1), bien qu'il convienne loyalement « de ce qu'il y avait d'incertain dans un grand nombre de preuves invoquées par l'archéologue d'Abbeville, de nuageux et d'hypothétique dans la plupart de ses prémisses et de ses déductions » (2).

Quant à la collection de M. Boucher de Perthes, elle nous semble très justement appréciée dans les lignes que voici : « J'ai fait à mon tour le voyage d'Abbeville pour examiner cette collection désormais célèbre, et il est bien permis de dire qu'elle aussi prêtait amplement aux chicanes et aux réserves. Parmi les pièces recueillies et classées par le savant propriétaire, il en était un très grand nombre plutôt nuisibles qu'utiles à sa cause. Il fallait souvent une imagination bien complaisante pour découvrir, dans certains cailloux que M. de Perthes appelait des *idoles* ou des *amulettes*, ce qu'il croyait y voir clairement, des représentations d'oiseaux, de mammifères, d'hommes même. Heureusement, à côté de ces objets sans valeur, d'autres en nombre très suffisant portaient, d'une manière évidente, la trace du travail humain. Les *armes* et les *outils* rentraient en général dans cette dernière catégorie, et ce sont eux surtout qui ont déterminé les convictions aujourd'hui générales » (3).

Malgré cette sage réserve, on peut dire que M. de Quatrefages a été plus porté à admettre qu'à repousser l'authenticité des reliques quaternaires. Ceci est surtout vrai des crânes préhistoriques; et pourtant, lorsqu'on

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, 20 avril 1863; 27 avril 1863; 4 mai 1863; 18 et 25 mai 1863.

(1) *Hommes fossiles et hommes sauvages*, p. 11.

(2) *Ibid.*, p. 13.

(3) *Ibid.*, p. 14. — La collection de M. Boucher de Perthes est actuellement au musée de St-Germain.

étudie les circonstances de temps et de lieu dans lesquelles ont été découverts plusieurs d'entre eux, ceux de Canstadt, de Neanderthal, de l'Olmo par exemple (1), on se sent plutôt porté à aborder la crâniologie préhistorique avec une extrême circonspection et même avec un peu de défiance. Mais ces réserves n'empêchent en rien de croire à l'homme quaternaire, dont l'existence est aujourd'hui au-dessus de toute discussion et admise par tous.

2. Dans cette histoire de l'homme quaternaire que M. de Quatrefages se proposait de raconter, il fallait, si c'était possible, poser des jalons chronologiques. Or il y avait plusieurs façons d'établir cette chronologie.

On pouvait chercher des points de repère dans les œuvres plus ou moins grossières de l'homme lui-même, et prendre le développement industriel comme base d'une chronologie relative.

On pouvait également chercher ces points de repère dans la succession des phénomènes naturels, c'est-à-dire dans les couches stratigraphiques déposées au cours de cette période.

On pouvait encore les demander aux modifications de la nature vivante, dans laquelle nous voyons les principales espèces animales prédominer tour à tour. On aurait eu alors une chronologie paléontologique.

Enfin on pouvait tenir compte des débris ostéologiques humains, des crânes surtout de nos premiers ancêtres.

M. de Quatrefages a établi sa chronologie de l'époque quaternaire sur la combinaison des données paléontologiques avec les indications fournies par la crâniologie des hommes quaternaires.

Voici du reste comment il traite cet important et difficile sujet dans un passage un peu long, mais que nous citerons en entier, parce qu'il fait toucher du doigt le fort

(1) Voir *Description raisonnée du musée de St-Germain*, par S. Reinach. Crâniologie préhistorique, pp. 128-146, où l'on trouvera toutes les indications préhistoriques et bibliographiques.

et le faible des divers systèmes de classification énumérés ci-dessus.

« A toute histoire il faut une *chronologie* donnant au moins des dates relatives, et permettant de saisir soit la succession, soit la contemporanéité des événements. Pour satisfaire à ce besoin, les savants scandinaves s'adressèrent aux œuvres de l'homme lui-même, et M. de Mortillet a très habilement fait aux temps quaternaires l'application de sa méthode. Au contraire, Lartet chercha des points de repère dans la nature et dans la disparition ou l'émigration successives des mammifères les plus caractéristiques de cette même époque. Plus tard M. Hamy, s'inspirant de la pensée fondamentale et mettant à profit les travaux de Belgrand, chercha les bases de ses appréciations chronologiques dans la superposition des anciennes alluvions de la Seine.

» La méthode ethnographique a bien certains avantages. Elle permet d'embrasser tous les temps et tous les lieux ; elle est très commode pour distinguer et grouper les types divers d'armes, d'ustensiles ou d'outils inventés par l'homme ; et, dans notre Europe occidentale, si ardemment explorée depuis plusieurs années, on peut assez souvent l'appliquer sans grave inconvénient. Mais elle confond deux choses fort distinctes : la *classification* et la *chronologie*. Dans les cas douteux, elle n'apporte sur les questions de temps aucun enseignement réel et conduit aisément à l'erreur.

» En rattachant les faits préhistoriques à des phénomènes naturels dont la succession est connue, on obtient au contraire une véritable *chronologie relative*, la seule à laquelle il soit permis de prétendre, au moins jusqu'à ce jour. Plus les phénomènes sont généraux et étendus, mieux ils répondent au but que l'on se propose. A ce titre, les époques géologiques bien déterminées sont d'excellents points de repère. Malheureusement les géologues reconnaissent qu'à partir des débuts des temps quaternaires, il est

difficile de préciser l'âge des dépôts, parce qu'ils sont ordinairement *juxtaposés* plutôt que *superposés*. Il faut donc chercher ailleurs le moyen d'établir une échelle chronologique dans l'histoire de l'homme.

» Dans l'état actuel de nos connaissances, c'est encore au point de vue de Lartet que les anthropologistes semblent devoir se placer, et je ne vois pas de raison pour substituer de nouvelles appellations à ses quatre âges de l'ours, de l'éléphant, du renne et de l'ursus. Bien entendu que l'on devra d'ailleurs faire usage de données analogues à celles qu'a employées M. Hamy, quand elles présenteront la même certitude. Sans doute, comme l'a bien des fois déclaré Lartet lui-même, comme Belgrand l'aurait reconnu, cette chronologie a l'inconvénient d'être plus ou moins locale. Mais c'est déjà beaucoup que d'avoir des résultats certains pour une région aussi étendue que la France et les contrées voisines » (1).

« Les races humaines préhistoriques dont les ossements ont été conservés, et qui par suite ont pu être caractérisées, sont échelonnées dans le cadre chronologique dont je viens d'indiquer les principales divisions... La race de Canstadt remonte jusqu'au pliocène (?). A en juger par le résultat des fouilles de M. Martin, elle semblerait avoir seule occupé le bassin de la Seine pendant une partie de l'âge de l'ours. Du moins l'infatigable chercheur, qui a si bien exploré les carrières de Grenelle, n'a rencontré que cette race dans *les graviers de fond* (Belgrand).

» La race de Cro-Magnon a aussi connu l'ours des cavernes, dont elle a laissé l'image gravée sur un morceau de schiste dans la grotte du Bas-Massat. Elle est la seconde en date.

» A en juger par le seul crâne fossile que l'on possède, la race de La Truchère, retirée des marnes grises de la

(1) Préface de A. de Quatrefages aux *Ages préhistoriques de l'Espagne et du Portugal*, par M. Cartailhac, pp. VI et VII du tiré à part.

Seille, placées sous une sorte de *Forestbed* à ossements de mammouth, a dû être à peu près contemporaine de la précédente.

» La race de Grenelle apparaît dans les alluvions de la Seine assez longtemps après celle de Cro-Magnon. Dans les couches supérieures, elle a mêlé ses ossements à ceux de sa sœur aînée. Elle doit dater de l'âge du renne.

» Enfin les deux races de Furfooz, que nous avons distinguées, M. Hamy et moi, mais qui peut-être devront un jour être réunies, se montrent vers la fin de la même époque, et sont jusqu'à présent les dernières venues dans notre Europe occidentale...

» En Amérique, la race des Pampas a précédé celle de Lagoa-Santa que nous avons vu être, d'après M. Gaudry, à peu près contemporaine de notre âge du renne » (1).

3. A notre troisième question, M. de Quatrefages répond : « Distinguer méthodiquement les diverses races d'une espèce n'est jamais chose aisée. La difficulté se fait très vivement sentir lorsqu'on étudie les races humaines vivantes; elle grandit encore quand il s'agit des races fossiles. Les matériaux fussent-ils aussi abondants qu'ils sont rares, on n'a plus l'individu entier, et on ne peut songer à appliquer la *méthode naturelle :* on est forcé de s'en tenir à une *classification systématique.* C'est ce que nous avons dû faire, M. Hamy et moi, et sans partager les idées absolues émises autrefois par Retzius, nous avons pris la forme générale du crâne pour point de départ de notre classification. En agissant ainsi, nous n'avons du reste fait qu'imiter les paléontologistes dans leurs études des fossiles animaux » (2).

Dans ce passage, le docte professeur nous apprend quel a été son principal criterium dans la distinction qu'il

(1) Préface aux *Ages préhist. de l'Espagne et du Portugal,* p. VIII. Sur la classification, cf. *L'Espèce humaine,* pp. 109, 110.

(2) *L'Espèce humaine,* 1877, p. 224.

a établie entre les diverses races quaternaires. Ce criterium, il l'a cherché avant tout dans les données crâniologiques. Cette préoccupation explique sans doute certaines exagérations du système, des conclusions hâtives reposant sur un trop petit nombre de faits, et d'autres défauts reprochés à la classification de M. de Quatrefages. Il est presque disposé à les reconnaître, pourvu qu'on ne touche pas aux grandes lignes de son système. « Nous croyons, dit-il, pouvoir espérer que l'avenir, en complétant notre travail sur bien des points, en le modifiant peut-être sur quelques autres, en en comblant les lacunes, en confirmera du moins toutes les conclusions essentielles » (1).

Quant aux données crâniologiques, base de sa classification, M. de Quatrefages a tenu à les rassembler dans un ouvrage fondamental sur la question, et de concert avec M. Hamy, son successeur au Muséum, il a publié les *Crania ethnica* (2). C'est une magnifique galerie anthropologique où, dans un atlas de 100 planches, sont lithographiés d'après nature, et dans un texte de 500 pages, sont décrits et interprétés les crânes des principales collections de la France et de l'étranger. La description des pièces osseuses, toutes les mensurations qui peuvent en être faites, les circonstances de leur découverte, le rapprochement de pièces analogues, etc., se trouvent dans ce livre fondamental qui restera une des plus belles œuvres de M. de Quatrefages et de son zélé collaborateur. La part faite à nos ancêtres préhistoriques y est très considérable, puisque « la description des têtes osseuses fossiles occupe, à elle seule, près du tiers du volume » (3), et que les 12 premières planches de l'atlas sont consacrées aux crânes fossiles. C'est donc à cet ouvrage, plein de faits et de chiffres, qu'il faudra recourir pour comprendre et

(1) *L'Espèce humaine*, p. 216.

(2) *Crania ethnica. Les Crânes des races humaines* décrits et figurés... par A. de Quatrefages et E. T. Hamy, Paris, 1874-1882, 1 vol. in-4° de 500 pp. et 1 atlas in-4° de 100 pl.

(3) *Ibid.*, Avertissement, p. VI.

justifier la classification des races quaternaires adoptée par le savant professeur. Nous ne pouvons qu'en indiquer ici les grandes lignes, et nous empruntons ce tableau d'ensemble à l'*Histoire générale des Races humaines,* où l'auteur a résumé ses principales conclusions.

Il distingue donc, pour l'Europe et surtout pour l'Europe occidentale plus complètement explorée, « cinq ou six races quaternaires différant les unes des autres par la taille, les traits, la forme du crâne, etc., et en partie aussi par les habitudes et le développement social. »

« La plus ancienne race quaternaire est *celle de Canstadt,* dont l'homme du Neanderthal exagérait exceptionnellement les caractères. Elle a pour contemporains les mammifères éteints des plus vieux temps quaternaires, et se rattache par conséquent à l'âge de l'ours de Lartet. Cette race, très robuste et d'une taille un peu au-dessus de la moyenne ($1^m,68$; $1^m,73$), était dolichocéphale (indice 72,75). Elle paraît avoir mené une vie errante, à peu près comme le font les Australiens de nos jours. Ses industries étaient des plus rudimentaires... »

« La *race de Cro-Magnon* a connu aussi l'âge de l'ours, mais appartient essentiellement à celui du mammouth et du rhinocéros. Comme la précédente, elle était dolichocéphale (indice 70,05 ; 75,53), mais son crâne allongé surmontait une face large et raccourcie. La taille dépassait de beaucoup la moyenne ($1^m,78$), et s'élevait chez l'homme jusqu'à $1^m,85$, chez la femme à $1^m,66$. La charpente osseuse était très robuste, les empreintes musculaires très accusées. Aux fémurs en particulier, la *ligne âpre* faisait une forte saillie que l'on a comparée à un pilastre. La race de Cro-Magnon habitait les cavernes. Les armes, les outils... tant en silex qu'en bois de cerf ou de renne qu'elle a laissés, témoignent hautement en faveur de l'intelligence et de l'esprit de progrès qui animaient ces Troglodytes... En somme, ils ont dû avoir les plus grands rapports avec les vrais Peaux-Rouges. Comme ces derniers, ils étaient

groupés en tribus, et obéissaient à des chefs dont on a trouvé les bâtons de commandement, fort semblables à ceux des Indiens de la rivière Mackenzie. Mais les instincts artistiques dont elle nous a laissé tant de preuves lui font une place à part, bien au-dessus de toutes les populations arrêtées à l'état social des chasseurs. »

« La *race de La Truchère* a dû vivre à peu près à la même époque que celle de Cro-Magnon. Elle en est pourtant bien distincte, car elle est franchement brachycéphale (indice 84,32). Elle n'est connue, à l'état fossile, que par un seul crâne. On ne sait donc rien de ses proportions, ni de ses habitudes.

» La *race de Grenelle*... se montre dès la fin de l'âge du mammouth et s'est développée pendant l'âge du renne. Elle était aussi brachycéphale, mais moins que celle de La Truchère (indice 83,33). Sa taille atteignait presque exactement la moyenne des races actuelles (1^m,62). Les objets recueillis permettent de reconnaître que, si elle est restée inférieure aux hommes de Cro-Magnon au point de vue social, elle a su s'élever au-dessus de ceux de Canstadt.

» Les *deux races de Furfooz*, découvertes par M. Dupont, dans la vallée de la Lesse, aux environs de Dinant, sont mieux connues. L'une d'elles était sous-brachycéphale (indice 81,39), l'autre mésaticéphale (indice 79,81), et peut-être devra-t-on les réunir, si on trouve de nouvelles têtes osseuses. Toutes deux étaient à peu près de la taille de nos Lapons (1^m,53), sans être pour cela moins robustes. Ces deux races vivaient dans des cavernes, où l'on a trouvé accumulés leurs ustensiles et leurs armes de chasse... Les Troglodytes belges paraissent avoir eu des habitudes pacifiques ; ils vivaient des produits de leur chasse. Leurs habitudes supposent soit des voyages assez longs, soit une espèce de commerce.

» Ainsi, à l'époque géologique qui a précédé la nôtre, plusieurs races humaines parfaitement distinctes ont habité l'Europe occidentale. Ces races n'ont pas apparu

chez nous simultanément. Les époques où elles se montrent pour la première fois s'échelonnent dans le temps, et ces époques sont séparées les unes des autres par de longs intervalles, puisque les faunes ont subi des changements considérables, et que les types mammalogiques les plus caractérisés se sont éteints l'un après l'autre » (1).

L'état peu avancé des découvertes préhistoriques en Asie et en Afrique n'a pas permis à M. de Quatrefages d'y reconnaître des races distinctes, mais il a été plus heureux en Amérique. « Les deux races fossiles américaines dont nous connaissons les têtes osseuses, se distinguent aisément l'une de l'autre. La race de Lagoa-Santa est dolichocéphale, celle des Pampas est brachycéphale ; mais toutes les deux sont hypsisténocéphales, ce qui les distingue de leurs contemporaines d'Europe » (2).

Une conclusion importante se dégage des recherches précédentes, et M. de Quatrefages la fait ressortir en ces termes : « Les croyants à l'*homme pithécoïde* doivent se résigner à le chercher ailleurs que chez les seules races fossiles que nous connaissions, et à recourir encore à l'inconnu » (3). En effet, l'homme quaternaire, à quelque point de vue qu'on l'examine, est toujours l'homme dans l'acception entière du mot.

Qu'on prenne les têtes osseuses par exemple. A raison de leur rôle dans la caractérisation des diverses espèces, elles ont une importance spéciale. « Eh bien ! on constatera que tous les os des têtes humaines modernes se retrouvent dans les têtes fossiles avec les mêmes formes, et présentent les mêmes rapports. Soit qu'on les considère isolément, soit qu'on envisage leur ensemble, rien en eux ne peut qu'éveiller le souvenir de ce que nous voyons chaque jour... Dans toutes les races fossiles, on retrouve le caractère essentiellement humain de la prédominance

(1) *Introduction à l'étude des races humaines*, Quest. gén., pp. 65-76.
(2) Préface aux *Ages préhist. de l'Espagne et du Portugal*, p. IX.
(3) *L'Espèce humaine*, p. 222.

du crâne sur la face. Chez elles, comme chez nous, la boîte osseuse, destinée à contenir le cerveau, s'allonge et se rétrécit ou se raccourcit en s'élargissant, se surbaisse ou s'élève; mais toujours elle conserve une capacité comparable à celle des crânes de nos jours. Dans le crâne de Neanderthal, dont on a dit qu'il était *le plus bestial* connu, la capacité crânienne, calculée par des savants qui certes ne cherchaient pas à l'exagérer, s'élève à 1220 centimètres cubes. Pour M. Schaaffhausen lui-même, elle est égale à celle des Malais, et supérieure à celle des Hindous de petite taille. Dans le crâne brésilien de Lagoa-Santa, elle est de 1388 centimètres cubes. Chez le grand vieillard de Cro-Magnon, elle atteint, selon M. Broca, 1590 centimètres cubes; elle dépasse de 119 centimètres cubes la moyenne obtenue par le même savant sur 125 crânes parisiens du XIXe siècle » (1).

On pourrait de même, en étudiant les industries, les outils, les armes, les sculptures et les dessins des populations quaternaires, montrer que ce sont bien des hommes qui taillent le silex et l'os pour des fins déterminées, qui pourvoient à leur nourriture par la chasse et la pêche, qui savent se vêtir et se parer, qui utilisent leurs loisirs à reproduire par le dessin les animaux dont ils sont entourés, qui se livrent aux échanges et au commerce, etc... Les éléments de ce tableau, qu'il serait trop long de retracer ici, se trouvent dans les ch. XXVI-XXIX de *L'Espèce humaine*. Ils accusent l'intelligence et surtout la perfectibilité de nos ancêtres quaternaires, et les distinguent ainsi nettement des animaux même les plus élevés.

Un autre caractère essentiellement humain de ces antiques races a été relevé par M. de Quatrefages. C'est celui auquel il a donné le nom de *religiosité*, et qui embrasse la double croyance à la vie future et à des êtres supérieurs. Voici comment il parle de la religiosité des

(1) *L'Espèce humaine*, pp. 220-221.

populations quaternaires. « Reconnaissons que nous manquons de tout renseignement à cet égard lorsqu'il s'agit des races qui n'ont laissé de preuves de leur existence que dans les alluvions. Rien ne nous apprend si les hommes de Canstadt, de Grenelle et de La Truchère donnaient à leurs morts quelques-uns de ces soins qui attestent la pensée d'une autre vie; rien n'indique chez eux la croyance à des êtres supérieurs, bons ou mauvais. Mais, d'une part, les conditions mêmes dans lesquelles ont été trouvés les ossements laissés par ces races expliqueraient facilement la disparition des objets qui auraient pu nous renseigner; d'autre part, l'absence bien constatée de témoignages matériels ne permettrait pas d'admettre comme démontrée l'irréligiosité de ces antiques tribus. Ce que nous avons vu se passer aux Andamans, au Cap et ailleurs, met hors de doute qu'une population peut être fort religieuse, croire à une autre vie et à des dieux, sans posséder aucun symbole de ses dogmes.

» Il en est autrement de celles de Furfooz et de Cro-Magnon. Ici nous rencontrons des faits d'où il résulte clairement que les hommes de la Lesse, de la Vézère, de Menton, etc., ne regardaient pas la mort comme les anéantissant en entier, et qu'ils admettaient l'existence d'êtres pouvant influer, en bien ou en mal, sur leur destinée.

» La première de ces croyances est attestée par le contenu des sépultures. On laissait aux morts, aux adultes comme aux enfants, tout ce qui servait à la parure; on déposait auprès d'eux des objets que l'on pensait pouvoir leur être utiles dans une autre vie. Les tribus de Menton peignaient en rouge le corps des hommes faits, avec une poudre de fer oligiste, qui a teint tous leurs ossements, et les armes ou les outils déposés dans le voisinage. Parfois une certaine provision de ce cosmétique était placée à côté du cadavre, dans un sillon régulièrement creusé. Les cadavres d'enfants ne recevaient pas de pein-

tures, et aucun des ossements recueillis à Cro-Magnon n'en a non plus présenté de traces. Les rites variaient donc avec l'âge du défunt, à Menton, et aussi de tribu à tribu, dans le midi de l'Europe...

» L'examen des sépultures, qui nous renseigne suffisamment sur le point que nous venons d'examiner, ne nous apprend que bien peu de choses sur la religion proprement dite de ces vieilles tribus. Seul le fait général ressort clairement des observations recueillies jusqu'à ce jour. Dans plusieurs stations, en France comme en Belgique, on a trouvé de nombreux objets que Broca lui-même n'a pas hésité à regarder comme des *amulettes*. Or on sait quelle est la signification de ces objets, à quel ordre d'idées leur usage se rattache chez les peuples modernes sauvages ou civilisés. En retrouvant ces talismans chez nos ancêtres quaternaires, nous ne pouvons que les regarder comme indiquant des sentiments, des conceptions analogues à celles que nous avons constatées chez nous-mêmes. Eux aussi ont cru à certains êtres supérieurs pouvant exercer sur la destinée de l'homme une influence heureuse ou néfaste.

» En résumé, les soins donnés aux morts et l'usage des amulettes permettent de regarder comme démontré qu'un certain nombre de tribus quaternaires nous ont laissé des preuves de leur religiosité..., et l'analogie milite en faveur des autres populations qui furent leurs contemporaines » (1).

4. On peut se poser une dernière question à propos de nos ancêtres quaternaires, et se demander s'ils ont eu quelque influence sur la formation des races actuelles. M. de Quatrefages le croit fermement, et voici comment il s'exprime sur le rôle qu'ont joué, dans le temps et dans l'espace, les diverses races quaternaires : « Aucune des races humaines fossiles n'a entièrement disparu. Toutes

(1) *Introduction à l'étude des races humaines*, Quest. génér., pp. 277-281.

ont laissé, jusque dans les populations actuelles, des représentants plus ou moins nombreux. La race de Canstadt elle-même a été souvent rencontrée en Europe à l'état erratique, et, chose remarquable, quelques-uns des hommes qui en ont le mieux présenté les caractères ont joué un rôle plus ou moins considérable, et ont marqué dans l'histoire de leur patrie. Il suffit de citer Bruce, le héros écossais, et Kai-Likké, le gentilhomme danois dont le nom revient dans divers chants populaires. Toutefois, il a fallu aller jusqu'en Australie pour trouver, dans une tribu d'Adélaïde, une petite agglomération humaine se rattachant à ce type par ses caractères craniologiques.

» La race de Cro-Magnon a laissé aussi, dans l'espace et dans le temps, de nombreuses traces de son ancienne existence. En France, par exemple, on la retrouve aux temps néolithiques dans bien des localités, tantôt à l'état de pureté, comme dans les couches supérieures de la grotte Duruthy, tantôt plus ou moins croisée avec les hommes de la pierre polie, comme dans la caverne de l'Homme-mort et les grottes du Petit-Morin. En Espagne, M. Verneau vient de montrer qu'elle vivait à la même époque près d'Oviédo, dans la province de Ségovie et en Andalousie. M. Gongora l'a rencontrée dans la province de Grenade, dans des sépultures de l'âge du bronze. Dans le nord de l'Afrique, elle a marqué de son empreinte les constructeurs des dolmens de Roknia, si bien étudiés par MM. le général Faidherbe, Bourguignat et Mac-Carthy. M. Hamy a signalé des faits analogues chez les Kabyles de nos jours. Enfin, M. Verneau, mettant absolument hors de doute l'exactitude d'un rapprochement fait d'abord par M. Hamy, a montré que les vrais Guanches pourraient être considérés sinon comme les descendants directs, du moins comme les arrière-neveux des Troglodytes de la Vézère, et qu'ils se rattachaient intimement à cette race, dont ils ont conservé tous les caractères ostéologiques et jusqu'à certains traits de mœurs.

» Quant aux races mésaticéphales et plus ou moins brachycéphales des bassins de Paris et de la Lesse, on en a reconnu l'empreinte évidente sur bien des populations assez éloignées des lieux où l'on a découvert leurs restes fossiles. Le type mésaticéphale de Belgique a été rencontré dans les sépultures néolithiques de Baillargues (Hérault) et de Lombrives (Ariège). Le type sous-brachycéphale a été trouvé dans des conditions analogues près de Verdun, à Meudon, aux Hautes-Bornes, etc..... Tous les deux sont réunis dans des sépultures néolithiques de la Marne, reparaissent dans des tombes plus récentes, et ont de nombreux représentants dans les populations belges actuelles. C'est là un fait sur lequel se sont trouvés unanimement d'accord les membres du Congrès de Bruxelles, et que j'ai pu constater peut-être encore mieux en examinant les femmes qui alimentaient le marché d'Anvers.

» La race de Grenelle a, comme les précédentes, traversé tous les temps qui nous séparent de l'époque quaternaire. La collection des crânes parisiens réunie au Muséum atteste qu'elle a persisté sur place, surtout chez les femmes de la classe ouvrière.

» Nous retrouvons en Amérique des faits entièrement semblables à ceux que nous venons de constater en Europe. La race fossile de Lagoa-Santa a laissé une empreinte très reconnaissable d'un océan à l'autre. MM. Lacerda et Peixoto avaient signalé la persistance de ce type chez les Botocudos. J'ai étendu ce résultat à diverses populations des Andes, du Pérou et jusqu'aux Othomis. M. Ten-Kate vient de reconnaître la ressemblance de certains crânes de la Basse-Californie avec ceux que Lund a tirés des cavernes du Brésil. Plus au sud, et peut-être jusqu'à l'extrémité du continent américain, la race de Parana a joué un rôle analogue. C'est probablement à l'intervention de ces deux éléments ethniques quaternaires que sont dus, au moins en grande

partie, le mélange et la juxtaposition des types brachycéphales et dolichocéphales que nous aurons à signaler de la Patagonie à la Terre de Feu » (1).

§ 3. *L'Hiatus.*

Entre la fin des temps quaternaires et le commencement de l'ère actuelle se place une période obscure, au sujet de laquelle l'imagination s'est donné libre carrière, parce qu'on possède peu de renseignements sur son compte. On a pourtant beaucoup discuté sur cette période à laquelle a été souvent donné le nom *d'hiatus*.

Y a-t-il une solution *réelle* de continuité entre les deux âges de la pierre taillée et de la pierre polie? — Cette solution de continuité, cette lacune, n'existe-t-elle que *dans nos connaissances*, et non dans la réalité des choses? — N'y a-t-il pas du tout de lacune, et les deux périodes paléolithique et néolithique entrent-elles l'une dans l'autre, comme celles de la pierre polie et du bronze par exemple? — Les trois opinions ont trouvé des défenseurs convaincus, et l'on peut lire, dans la *Description raisonnée du musée de St-Germain*, une bonne dissertation sur *La Question de l'Hiatus* (2).

Ici nous avons à nous occuper seulement de l'opinion de M. de Quatrefages sur cette époque de transition. La voici, telle qu'elle paraît se dégager de ses diverses publications.

1. Et d'abord il faut repousser absolument l'idée d'un *hiatus général*. Après avoir rappelé les découvertes de MM. Louis Lartet et Chaplain-Duparc dans la grotte

(1) *Introduction à l'étude des races humaines*, Questions générales, pp. 105-111. — Pour plus de détails, cf. *Classification des races humaines*, pp. 441-452.

(2) *Descr. raisonn. du musée de St-Germain*, par S. Reinach, pp. 267-283. On y trouvera toutes les indications bibliographiques sur les diverses opinions.

Duruthy, celles du Dr Prunières dans les cavernes sépulcrales de la Lozère, celles de M. de Baye dans les grottes artificielles de la Marne, toutes contraires à l'hiatus, M. de Quatrefages conclut : « Il est évident que le passage des temps glaciaires à l'époque géologique actuelle a dû être, pour l'homme aussi bien que pour les animaux, un moment d'épreuve difficile à traverser. Parmi les derniers, on voit une foule d'espèces, et les plus caractéristiques, s'éteindre ou émigrer. A elle seule, cette transformation de la faune apporta, dans le genre de vie des tribus de chasseurs, une perturbation dont on retrouve la preuve dans les industries. Dans l'étude précédente (1), j'ai rappelé la décadence qui caractérise cette période de transition. La pénurie croissante du gibier dut causer bien des émigrations. Des vallées, peut-être des contrées d'une certaine étendue, durent perdre leurs habitants. Des modifications géologiques et zoologiques purent s'accomplir avant que les populations néolithiques vinssent les repeupler. Il est permis de dire que, *pour ces localités,* l'hiatus a réellement existé. Les auteurs qui l'ont soutenu n'ont eu d'autre tort que de regarder comme général un état de choses essentiellement local » (2).

2. Toute trace de cette période de transition n'a du reste pas disparu, et M. de Quatrefages, mettant à profit les découvertes de Worsaæ dans les amas de coquilles des côtes du Danemark (3), ainsi que celles de MM. Cartailhac et Ribeiro sur les côtes de Portugal, croit retrouver, dans les kjœkkenmœddings ou débris de cuisine, les restes de cette civilisation de décadence. « La haute ancienneté

(1) Il s'agit d'un article du JOURNAL DES SAVANTS : *Premières découvertes relatives à l'Homme fossile,* — reproduit dans *Hommes fossiles et Hommes sauvages,* pp. 1 et suiv.

(2) *Hommes fossiles et hommes sauvages,* pp. 98-100.

(3) Pour bien comprendre ce que l'archéologie préhistorique doit aux savants du Danemark, lire dans la REVUE DES DEUX-MONDES (15 avril et 1er mai 1870) : *Le Congrès international d'archéologie préhistorique* (session de Copenhague),par M. A. de Quatrefages.

des kjœkkenmœddings, écrit-il, l'infériorité des industries usuelles, la connaissance d'un seul animal domestique, qui manque même en Portugal, me semblent devoir conduire à distinguer très nettement cette période, et à la considérer comme une *époque* ou un âge distincts. J'emprunte volontiers son nom à celui du fidèle compagnon qui se montre ici pour la première fois à côté de l'homme, et qui depuis lors l'a accompagné toujours et partout. C'est en quelque sorte une extension de la nomenclature de Lartet, s'appliquant non pas à la disparition d'une espèce sauvage, mais bien à l'apparition chez nous du premier animal domestique. L'ensemble des temps où s'accumulèrent les kjœkkenmœddings sera pour moi *l'époque* ou *l'âge du chien*, et devra remplacer *l'hiatus* dont il a été si souvent question » (1).

3. Les hommes mêmes de cette époque ne nous sont pas entièrement inconnus. Si leurs ossements n'ont pas été retrouvés dans les amas coquilliers du Danemark, ceux du Portugal en ont donné une riche moisson. « Les *hommes de Mugem*, en Portugal, dit M. de Quatrefages, nous ont livré de nombreux squelettes. L'étude détaillée qu'en a faite M. de Paula complète la courte note que j'avais publiée à ce sujet, et confirme les conclusions que j'avais tirées d'un premier examen. Les habitants primitifs des côtes portugaises appartenaient à deux races distinctes, mais vivant ensemble dans une même tribu. Les brachycéphales paraissent se rattacher à ceux de la sépulture d'Orroui, si bien étudiés par Broca. Les dolichocéphales (indice 71,11 à 75,56) sont sensiblement plus nombreux, et forment une race nouvelle très intéressante, la *race de Mugem*. Par ses formes crâniennes et ses fémurs à pilastres, elle se rapproche de la race de Cro-Magnon, dont elle s'éloigne au contraire par sa face allongée et sa petite taille ($1^m,53$ à $1^m,63$ au plus).

(1) Préface aux *Ages préhistoriques de l'Espagne et du Portugal*, pp. XIX-XXI du tiré à part.

» Quant aux industries, elles étaient aussi rudimentaires en Portugal qu'en Danemark. L'homme, quoique chasseur et pêcheur, se nourrissait surtout de la chair des mollusques, dont les coquilles accumulées constituent la plus grande masse des kjœkkenmœddings. La pierre était grossièrement taillée. En Danemark, le chien seul vivait à côté de l'homme ; en Portugal, il n'était pas encore domestiqué. Ce fait semblerait indiquer que le nord et le midi de l'Europe ont été abordés, dans ce temps reculé, par deux populations distinctes, peut-être même par deux races différentes, dont une seule avait commencé à résoudre le grand problème de la domestication des animaux (1). »

§ 4. *L'Époque néolithique.*

Les questions relatives à l'époque actuelle sont plus nombreuses encore et tout aussi compliquées que celles qui concernent les temps quaternaires. L'âge de la pierre polie, les âges du cuivre, du bronze et du fer ont donné naissance à une foule de problèmes non encore résolus. M. de Quatrefages n'a abordé qu'en passant et jamais d'une manière suivie les problèmes relatifs aux âges du métal. Avec lui, nous n'avons donc, pour achever notre tâche, à nous occuper ici que de l'époque néolithique.

Nous rapporterons ce qu'en a dit M. de Quatrefages aux trois questions suivantes :

1° A quelle date s'ouvre la période actuelle? A-t-on découvert quelque chronomètre qui en fournisse une évaluation au moins approximative?

2° Quels sont les caractères distinctifs de la civilisation qui a marqué les débuts de l'ère actuelle, et qu'on désigne sous le nom d'époque néolithique ou de la pierre polie?

3° D'où venaient les populations néolithiques qui ont

(1) *Introduction à l'étude des races humaines*, Quest. génér., pp. 113-114.

alors envahi l'Europe ; — quels rapports pacifiques ou hostiles se sont établis entre les nouveaux venus et ceux qui occupaient déjà le sol?

1. A notre première question, le savant professeur du Muséum répond en faisant observer tout d'abord « qu'il ne saurait s'agir ici de dates proprement dites telles qu'elles existent dans l'histoire, ni même d'une approximation comme celle que permettent les traditions aryanes ou les plus anciens monuments de l'Égypte ; car l'humanité primitive ne pouvait avoir d'histoire dans le sens scientifique du mot. » Il ajoute : « La plupart des grandes religions ont cherché à combler cette lacune. Mais on sait que je m'interdis absolument toute considération puisée à cette source, et que j'entends n'apporter ici que les résultats de l'expérience ou de l'observation » (1).

Faut-il donc renoncer à toute évaluation même approximative? M. de Quatrefages ne le croit pas, quoiqu'il avoue que « tous les nombres obtenus laissent encore bien des incertitudes » (2). Dans *L'Espèce humaine*, sa conclusion est moins vague. « Tels qu'ils sont, dit-il, les travaux de MM. Arcelin et Forel conduisent à quelques conclusions importantes. Naguère on restreignait à un peu plus de 6000 ans la durée totale de notre globe : les alluvions de la Saône démontrent qu'à elle seule l'époque géologique actuelle compte plusieurs siècles de plus. D'autre part, sous l'empire des préoccupations darwinistes, on s'est mis à user du temps avec une facilité étrange, et l'on a affirmé que des millions d'années nous séparaient des temps glaciaires. Les atterrissements du lac Léman nous enseignent que ces temps finissaient il y a moins de 100 000 ans. Comme le dit fort bien M. Forel, ce n'est pas encore là de la chronologie historique, c'est cependant un peu plus que de la simple chronologie géologique ; et l'on voit

(1) *L'Espèce humaine*, pp. 95 et 99.
(2) *Introduction à l'étude des races humaines*, Quest. génér., p. 123.

une fois de plus l'expérience, l'observation faire justice des conceptions purement théoriques » (1).

Chemin faisant, M. de Quatrefages est amené à apprécier l'utilité des *divers chronomètres* employés, et il les partage en deux classes, dont il juge la valeur dans les termes suivants.

Dans la première classe rentrent les calculs reposant sur l'étude des marais tourbeux, des atterrissements des lacs, des cônes de déjection, des érosions d'une berge, etc... « Tout phénomène naturel permanent, dit-il, produisant des effets qui s'ajoutent les uns aux autres, qui peuvent être mesurés, et qui fournissent des points de repère, est en réalité *une sorte de chronomètre* dont l'étude conduit directement à l'évaluation dont il s'agit. Mais les nombres ainsi obtenus n'ont de valeur que si le phénomène observé satisfait à certaines conditions de régularité ou de compensation, et si les points de repère ne laissent place à aucune incertitude. Or jusqu'ici ces conditions n'ont pas été remplies » (2).

A la deuxième classe appartiennent les calculs de MM. Forel et Arcelin. Ceux-ci prêtent à moins de critiques. « M. Forel, renonçant à l'emploi de la méthode directe, a eu recours à une voie détournée, pour obtenir une première approximation pouvant être regardée comme à l'abri de toute critique. Il a été imité par M. Arcelin. Tous deux ont employé la *règle de fausse position,* qui permet de déterminer soit un maximum, soit un minimum que le résultat vrai ne peut dépasser, ni même atteindre. M. Forel a voulu déterminer depuis combien de temps *au plus* a commencé le remplissage du lac Léman, et il est arrivé au chiffre de 100000 ans. M. Arcelin a cherché depuis combien de temps *au moins* ont commencé à se déposer les couches alluviales de la Saône actuelle ; il a trouvé 6750 ans seulement. La

(1) *L'Espèce humaine,* p. 104.
(2) *Introduction à l'étude des races humaines,* Quest. génér., p. 121.

différence entre ces deux résultats est énorme. Mais, pour des raisons qu'il serait trop long de reproduire ici, le premier doit être regardé comme étant de beaucoup trop fort, le second comme de beaucoup trop faible... En somme, il est permis de conclure à peu près avec certitude que, pour l'Europe, la période géologique actuelle remonte à bien moins de 100000 ans, et à bien plus de 7 ou 8000 ans » (1).

2. M. de Quatrefages n'a tracé, dans aucun de ses ouvrages, un tableau complet et détaillé de la civilisation néolithique. L'eût-il fait, nous ne le recommencerions pas après lui ; ce serait abuser inutilement de la patience de nos lecteurs, car ce travail existe déjà. Qu'il nous suffise de renvoyer ceux que cette question intéresserait aux *Races humaines* du Dr Verneau, dans lesquelles le savant auteur a condensé, en quelques pages, tout ce qu'on sait des industries, des mœurs et coutumes, des rites funéraires et des idées religieuses caractérisant l'âge dit de la pierre polie (2).

Ici nous nous contenterons de quelques observations générales empruntées à M. de Quatrefages, et relatives surtout à *l'homme* de cette période.

Il est d'abord à remarquer que les populations néolithiques ne présentaient pas un type unique. « Ici encore nous rencontrons des types bien différents les uns des autres, et nous les voyons se montrer dans des conditions qui ne permettent pas de croire soit à une invasion unique, soit à des invasions multiples, mais simultanées. En Allemagne, en Pologne, dans les Long-barrows d'Angleterre, les constructeurs de dolmens sont généralement dolichocéphales ; ils sont brachycéphales dans la Lozère. Les hommes de Sclaigneaux, en Belgique, se

(1) *Introduction à l'étude des races humaines*, p. 122, et aussi *L'Espèce humaine*, tout le chap. XII.

(2) *Les Races humaines*, par le Dr Verneau, pp. 78-105.

rattachent aussi à ce dernier type, qui, du reste, se présente très souvent juxtaposé au premier dans des proportions variables. J'ai pu constater aussi que deux races très distinctes avaient contribué à former l'ossuaire du célèbre dolmen de Borreby, en Danemark. L'une d'elles était caractérisée par sa tête franchement brachycéphale, par sa haute taille et son ossature grossière ; l'autre par sa tête mésaticéphale, sa petite taille et la finesse de ses os... On ne peut guère supposer que les hommes de la pierre polie aient colonisé l'Europe en une seule fois. Les différences ethniques qui les distinguent sont par trop en opposition avec cette hypothèse. Leurs invasions ont dû être multiples, et plus ou moins espacées dans le temps » (1).

Et pourtant, différentes au point de vue ethnique, ces peuplades néolithiques ont toutes un fond de civilisation commune, dont voici les traits caractéristiques : 1° une industrie nouvelle du silex, en particulier la pratique du polissage, et l'emploi de roches très dures non représentées dans les gisements quaternaires ; 2° l'érection des palafittes et des monuments mégalithiques ; 3° la possession des animaux domestiques, la culture des plantes textiles et des céréales ; 4° l'oubli absolu de la gravure et de la sculpture sur os si florissantes à l'époque dite magdalénienne ; 5° l'expression plus nette et plus accentuée des idées religieuses.

Ce phénomène de races diverses apportant une civilisation commune et uniforme n'est du reste pas isolé dans l'histoire des invasions. M. de Quatrefages en fait la juste remarque. « Lorsque ces races, ces populations de la vieille Asie atteignirent nos régions occidentales, dit-il, les choses se passèrent, ainsi que l'a dit M. de Mortillet, exactement comme à l'époque où les Européens envahirent l'Amérique. Qu'ils fussent Espagnols ou Français, Portu-

(1) *Introduction à l'étude des races humaines*, Quest. génér., pp. 115-117.

gais ou Anglais, tous arrivaient avec le fer, la poudre et le cheval, se faisaient une place dans le Nouveau-Monde, et se partageaient le sol. Ainsi ont fait les immigrants néolithiques, partis d'un centre, unique au point de vue social, mais multiple au point de vue ethnique » (1).

Par rapport aux monuments qui caractérisent l'âge de la pierre polie, le savant professeur fait quelques observations dignes d'être relevées. « La civilisation de l'époque néolithique, dit-il, apparaît sous trois aspects principaux : dans les grottes artificielles, dans les cités lacustres, enfin dans les dolmens et les autres monuments mégalithiques. On peut, en effet, réunir sous ces trois chefs tous les produits de l'industrie néolithique » (2).

A la description et à l'étude des grottes artificielles, notamment de celles découvertes dans la Marne par M. de Baye, il consacre une bonne partie de son mémoire sur *l'homme des époques paléolithique et néolithique*. C'est un aspect tout nouveau et fort original de la civilisation de la pierre polie qu'il nous présente dans ces pages, trop chargées pour qu'on puisse les résumer en quelques lignes (3).

Au sujet des dolmens, il fait la remarque que voici : « La plupart des archéologues semblent ne voir, dans les dolmens, rien autre chose que des tombeaux. Cette opinion paraît fondée, à la condition de n'appliquer le mot de dolmens qu'aux chambres découvertes et fermées... Bien des archéologues pensent que les dolmens étaient toujours ensevelis dans le sol ou recouverts par un tumulus. Ceci peut être vrai quand il s'agit de l'Europe, mais il me semble difficile qu'il en soit de même pour un grand nombre de dolmens signalés dans l'Inde, au Pérou. L'histoire des monuments mégalithiques s'est évidemment agrandie et compliquée depuis les découvertes faites dans

(1) *Introduction à l'étude des races humaines*, Quest. génér., p. 143.
(2) *Hommes fossiles et hommes sauvages*, pp. 111-112.
(3) *Ibid.*, second mémoire, pp. 117-142.

ces contrées lointaines » (1). « Il me semble qu'on n'a pas toujours tenu suffisamment compte en Europe des données nouvelles recueillies, en particulier dans l'Inde, par plusieurs officiers et autres voyageurs anglais » (2).

Quant aux cités lacustres, M. de Quatrefages les croit peut-être postérieures aux dolmens. « Toutefois les uns et les autres ont cela de commun qu'ils ont non seulement traversé toute la période qui les vit naître, mais qu'ils ont atteint des temps bien plus modernes. En effet, les objets découverts dans les chambres mortuaires des monuments mégalithiques, aussi bien qu'au milieu des pilotis vermoulus des palafittes, conduisent de l'âge de la pierre polie jusqu'à l'âge du fer, à travers l'âge de bronze. Il en est autrement des grottes artificielles. Celles-ci appartiennent en entier aux temps de la pierre polie » (3).

Le tableau qu'il trace des idées religieuses communes aux populations néolithiques est encore plus digne d'attention. « La religiosité des hommes de la pierre polie n'a été mise en doute par personne. *La croyance à une autre vie* s'accuse chez toutes les tribus néolithiques par les soins remarquables donnés aux sépultures. Pour abriter leurs morts, elles ont parfois profité des cavernes naturelles, ou ont creusé des grottes artificielles. Mais le plus souvent elles ont construit ces dolmens qui ont bien mérité d'être appelés des monuments, et qui nous étonnent par les dimensions des matériaux mis en œuvre. Quelle que soit d'ailleurs la nature de ces tombeaux, toujours on y trouve des offrandes mortuaires, devenues pour nous des trésors ethnographiques. C'est de là qu'ont été tirés la plupart des outils, des vases, des parures, des armes qui devaient servir aux défunts dans leur nouvelle existence, et qui ont enrichi nos musées.

(1) Revue d'ethnologie, t. II. *Étude sur quelques monuments et constructions préhistoriques, à propos d'un monument mégalithique découvert à Tonga-Tabou*, par M. de Quatrefages.

(2) *Hommes fossiles et hommes sauvages*, pp. 113-115.

(3) *Ibid.*, p. 117.

» On a trouvé, dans les tombeaux néolithiques, de nombreuses amulettes, et je n'ai pas à revenir sur la signification de ce fait. Mais il est bon de faire remarquer que les idoles ou les fétiches y font presque aussi complètement défaut que dans les sépultures de l'époque précédente. Seules peut-être l'allée couverte de Bellehaye et les grottes de la Marne permettent quelques conjectures relatives aux notions religieuses de ces populations. Broca n'a pas hésité à regarder comme représentant *une divinité féminine* les singulières sculptures découvertes par M. de Baye sur les murs de ses anti-grottes, et cette interprétation a été généralement acceptée. Si elle est vraie, comme tout permet de le croire, nous avons sous les yeux la plus ancienne forme connue que l'homme ait imaginée pour représenter un de ces êtres auxquels s'adressent ses hommages.

» Les *haches sculptées* à côté ou dans le voisinage des effigies précédentes, et que l'on retrouve à Gavrinis, à Locmariaker, etc..., se rattachaient probablement au même ordre d'idées. Cette conjecture est d'autant plus plausible que l'on a maintes fois rencontré, dans les sépultures néolithiques, des haches de petite dimension, percées d'un trou de suspension, et qui n'ont pu être utilisées que comme amulettes. Faut-il donc faire remonter jusqu'à nos ancêtres néolithiques le culte, ou tout au moins l'honoration de la hache, signalée par les érudits chez les Grecs, les Chaldéens, les Égyptiens ? (1) »

3. La question d'origine des populations néolithiques a aussi préoccupé M. de Quatrefages. D'où venaient ces tribus, diverses au point de vue du type, uniformes sous le rapport de la civilisation, et qui ont laissé, dans notre Europe occidentale, tant de traces de leurs industries et de leur séjour ?

Du massif central asiatique, répond le professeur du

(1) *Introduction à l'étude des races humaines*, Quest. génér., pp. 281-283.

Muséum, et il développe ainsi sa pensée. « Alors vivaient plus au sud de l'Asie des tribus qui avaient perdu de vue, depuis des siècles, les animaux de leur première patrie, qui en avaient rencontré d'autres prédisposés par leurs instincts à accepter le joug de l'homme. Elles domestiquèrent d'abord le chacal qui devint le chien, et fut plus ou moins longtemps leur seul compagnon, comme l'a démontré l'étude des kjœkkenmœddings... Elles lui adjoignirent plus tard le bœuf, le mouton, la chèvre ; elles découvrirent et commencèrent à cultiver les céréales. Jouissant ainsi, au point de vue de la vie matérielle, d'une sécurité que ne connurent point les chasseurs, elles eurent des loisirs. Leur intelligence s'éleva ; elles perfectionnèrent leurs industries. Réparties à l'intérieur et tout autour du massif central asiatique, elles étaient placées dans des conditions de milieu fort différentes. De nouvelles races prirent naissance, tout en atteignant à peu près le même niveau. Ainsi se forma ce vaste centre de civilisation relative dont l'existence est attestée par l'uniformité de culture intellectuelle que présentent les immigrations néolithiques.

» Un jour, probablement par suite d'événements analogues à ceux dont l'histoire classique a gardé le souvenir, un certain nombre de ces tribus se mirent isolément et successivement en marche, emportant leurs haches polies, emmenant leurs troupeaux, et laissant en place une partie de la population dont les descendants vivent encore. Ni leurs points de départ, ni les routes suivies par elles n'ont été les mêmes, et voilà pourquoi elles sont arrivées à des époques différentes sur divers points de nos territoires ; pourquoi aussi les ossements trouvés dans leurs tombes ne se ressemblent pas » (1).

Comment ces nouveaux venus se sont-ils comportés vis-à-vis des peuplades déjà maîtresses du sol ? C'est là

(1) Préface aux *Ages préhistor. de l'Espagne et du Portugal*, pp. XVI, XVII.

une question intéressante. M. de Quatrefages se l'est posée, et tenant compte des observations de M. Dupont dans la vallée de la Lesse, des recherches du docteur Prunières dans les grottes sépulcrales de la Lozère, de celles de M. de Baye dans les grottes du Petit-Morin (1), il y fait la réponse suivante : « En arrivant en Europe, les hommes de la pierre polie se heurtèrent aux représentants des races fossiles. Alors dut se dérouler, à peu près partout, une série d'événements dont, grâce à l'infatigable activité du Dr Prunières, nous pouvons suivre toute la succession dans la Haute-Lozère. Au début la guerre éclate entre les indigènes dolichocéphales et les étrangers brachycéphales, à qui leurs industries plus avancées devaient assurer l'avantage. La caverne de Baumes-Chaudes a fourni bien des preuves de ces combats. Les Troglodytes vaincus se soumettent en partie, et des alliances commencent la fusion des races, comme à la grotte de l'Homme-Mort. D'autres se retirent plus avant dans leurs causses ; mais ils empruntent à leurs vainqueurs ce qui avait fait leur supériorité, et vont jusqu'à élever eux aussi les grands dolmens connus dans le pays sous le nom de *cibournios* ou de *tombeaux des Poulacres*. Quelques rares tribus conservèrent leurs vieilles mœurs... En somme, tout s'est passé comme de nos jours, lorsque les Européens sont arrivés dans le Nouveau-Monde ou en Polynésie. Alors comme aujourd'hui, la race supérieure a importé d'emblée sa civilisation, et l'a imposée de gré ou de force aux races inférieures. Entre le passé et le présent il n'y a eu que très peu ou point de transitions » (2).

Avec l'apparition des métaux notre tâche prend fin. Nous nous sommes efforcé de poser clairement les questions, et d'indiquer avec impartialité les solutions présen-

(1) *Hom. foss. et hom. sauv. — L'Homme des époques paléolithique et néolithique;* tout le n. III, p. 101, où les faits sont discutés.

(2) Préface aux *Ages préhistor. de l'Espagne et du Portugal*, pp. X et XI.

tées par M. de Quatrefages, sans nous dissimuler que les découvertes futures en modifieront sans doute plusieurs. Malgré cela, ce tableau ne sera peut-être pas inutile, puisqu'il donnera une idée de l'état de l'anthropologie préhistorique au moment de la mort du regretté professeur du Muséum, et permettra par suite aux chercheurs de l'avenir d'en compléter les lacunes et au besoin d'en redresser les erreurs.

L'abbé D. Le Hir.

NEWTON

ET

L'ACTION A DISTANCE

Felix qui potuit rerum cognoscere causas !

disait déjà Virgile. Plus que jamais, de nos jours cette aspiration de la pensée antique reflète les tendances de l'esprit humain. Quand il a, par l'observation, constaté, enregistré, classé de longues séries de phénomènes; quand, leur appliquant son raisonnement, il en a déduit les lois qui les régissent, et fondé, d'après ces lois, les théories qui les groupent, les coordonnent et en expliquent l'enchaînement, il n'est pas encore satisfait. Il voudrait savoir le *comment* et le *pourquoi* de ces phénomènes, de ces lois, de ces théories. C'est alors que, du domaine des choses physiques, il s'élève instinctivement à la métaphysique, qui seule peut, du moins dans une certaine mesure, donner réponse aux nouvelles questions qu'il se pose.

Par malheur, l'esprit humain ne discerne pas toujours avec une entière exactitude la limite qui sépare le domaine de la science proprement dite du domaine de la philosophie. Parfois le savant, méconnaissant cette limite, fait

incursion sur un domaine qui n'est pas le sien et s'y fourvoie ; ou bien le philosophe, s'attachant trop exclusivement à tel ou tel principe métaphysique dont la certitude peut être contestée, y lie trop étroitement les données acquises de la science, ce qui l'oblige à imaginer de nouvelles théories venant s'ajouter, en les compliquant, aux théories physiques antérieures, — ingénieuses créations de l'esprit sans doute, mais que rend justement suspectes l'extrême multiplicité des éléments hypothétiques qu'elles mettent en œuvre.

Parmi les principes métaphysiques donnés comme axiomes qu'on ne prend pas la peine de démontrer, ou qu'on démontre sans examiner ni réfuter les objections opposables à la démonstration, l'un de ceux qui sont le plus en vogue en ce moment est celui de la prétendue absurdité de l'action à distance. On s'appuie, en sa faveur, sur l'autorité de Newton, sans se demander en quelle circonstance, à quel propos et surtout dans quel sens le grand astronome a formulé sa condamnation. Les adversaires notamment de l'*atomisme moderne* ou *dynamisme*, — cette grandiose théorie qui réunit dans une merveilleuse synthèse les lois de la gravitation universelle à celles des attractions moléculaires, — lui opposent comme fin de non-recevoir la soi-disant impossibilité de l'action d'un corps sur un autre en dehors de leur mutuel contact, direct ou médiat.

Nous n'avons pas la prétention de nous poser ici en champion du dynamisme, ni en adversaire de ses contradicteurs. Nous voudrions seulement essayer de montrer que Newton n'était pas si opposé à l'action à distance qu'on le croit généralement : lui-même, se plaçant au point de vue seulement des déductions mathématiques et écartant le point de vue métaphysique, s'appuie *pratiquement* toujours sur l'action à distance des corps les uns sur les autres, constatant que, dans le monde physique, *tout se passe comme si* cette action était réelle.

I

L'OPINION DE NEWTON SUR LES CAUSES DE LA GRAVITÉ

Ainsi donc, la grosse, la très principale objection, le reproche fondamental que l'on adresse au dynamisme, c'est de s'appuyer sur le principe, réputé métaphysiquement absurde, de cette fameuse *action à distance*. Or, pour établir cette prétendue absurdité, l'on se borne le plus souvent à invoquer un argument d'autorité emprunté à une phrase puisée dans les écrits de Newton. Encore ne cite-t-on pas toujours cette phrase textuellement; parfois on en donne seulement le sens tel qu'on l'imagine, plutôt que de reproduire intégralement, et après vérification, la phrase invoquée. On dira, par exemple, que pour Newton « l'action à distance constitue une absurdité tellement grande qu'il ne croit pas qu'un homme capable de raisonner convenablement sur des sujets philosophiques puisse jamais y tomber » (1).

Mais qui ne sait qu'une phrase détachée, isolée de son contexte, peut souvent ne donner qu'une idée incomplète, parfois même fausse, de la pensée de l'écrivain à qui elle est empruntée? Le passage dont on s'empare pour appuyer de l'autorité de Newton l'opinion contraire à la possibilité de l'action à distance, est tiré de la correspondance du grand astronome avec le Dr Bentley. Cette correspondance se compose de quatre lettres adressées par Newton au célèbre sermonnaire, du 10 décembre 1692 au 25 février 1693. Elle forme la VIIe division du tome IVe des œuvres

(1) *Compte rendu* du Congrès scientifique international des catholiques en 1891, VIIe section, p. 160. — Voir aussi les citations plus ou moins complètes de la fameuse phrase de Newton, dans les ouvrages suivants : Gardair, *Corps et âme*, 1892, pp. 16-17 ; — Paul Janet, *Le Matérialisme contemporain*. 1864, p. 65; — F. Papillon, *Histoire de la philosophie moderne*, 1876, t. Ier, p. 196 ; — *Introduction scientifique à la foi chrétienne* par Un ingénieur de l'État, ancien élève de l'École polytechnique, p. 61, Paris, Bloud et Barral, 1892.

complètes, éditées en cinq volumes in-4°, sous ce titre : « *I. Newton. Opera quae exstant omnia, commentariis illustrabat Samuel Horsley.* Londini excudebat Johannes Nichols, 1782. »

Donnons d'abord, mais en son entier, le fragment que résume censément la phrase citée tout à l'heure.

« Croire que la gravité soit une chose *innée, inhérente, essentielle à la matière,* de telle sorte qu'un corps puisse agir sur un autre à distance, à travers le vide, sans l'intervention d'aucun intermédiaire qui transmette cette action ou cette force de l'un à l'autre, est pour moi une si grande absurdité que je ne crois pas qu'un homme doué de la faculté de raisonner sur les sujets philosophiques puisse jamais y tomber. La gravité doit être causée par un agent agissant constamment suivant certaines lois. Cet agent est-il matériel ou immatériel? Je laisse à mes lecteurs le soin d'en décider » (1).

Il est à propos d'ores et déjà de remarquer le passage que nous avons souligné dans cette citation. Il semble en résulter que l'objet de la hautaine condamnation de Newton est moins l'action à distance envisagée en soi, que la prétention de considérer la gravitation ou gravité *(gravity)* comme une propriété *innée* de la matière, une propriété *inhérente, essentielle* à la matière, en ce sens que la matière la posséderait par elle-même, par sa propre vertu, et sans qu'il soit besoin d'y faire intervenir l'action du Créateur.

Ce qui vient à l'appui de cette interprétation, c'est ce fait bien remarquable, que Newton permit au mathéma-

(1) " That gravity should be innate, inherent and essential to matter, so that one body may act upon another at a distance through a vacuum, without the mediation of any thing else, by and through which their action and force may be conveged from one to another, is to me so great an absurdity, that I believe no man who has in philosophical matters a competent faculty of thinking, can ever fall into it. Gravity must be caused by an agent acting constantly according to certain laws; but whether this agent be material or immaterial, I have left to the consideration of my readers. „ Letter III, Cambridge, Feb. 25, 1692-3, in *Opera quæ exstant omnia,* t. IV, p. 438.

ticien Cotes de mettre, dans la préface de la seconde édition du livre des *Principes de philosophie naturelle,* une déclaration en sens contraire. On peut même dire que toute cette préface, qui ne comprend pas moins de quinze pages in-4°, est conçue dans cet esprit. Citons-en quelques passages :

« Gravitatis virtutem universis corporibus inesse, suspicati sunt vel finxerunt alii : primus ille et solus (Isaacus Newton) ex apparentiis demonstrare potuit, et speculationibus egregiis firmissimum ponere fundamentum. »

Ce n'est pas que cette théorie fût acceptée sans conteste. L'auteur de la *Préface* le reconnaît : « Scio equidem, ajoute-t-il, nonnullos etiam magni nominis viros, praejudiciis quibusdam plus aequo occupatos, huic novo principio aegre assentiri potuisse, et certis incerta identidem praetulisse. » Mais il dédaigne de les combattre et s'en rapporte au lecteur : « Horum famam vellicare non est animus : tibi potius, benevole lector, illa paucis exponere lubet, ex quibus tute ipse judicium non iniquum feras. »

Plus loin il continue à raisonner dans le même esprit :

« Vires attractivae corporum, in aequalibus distantiis, sunt ut quantitates materiae in corporibus..... Oritur et componitur vis attractiva corporum integrorum ex viribus partium : siquidem aucta vel diminuta mole materiae ostensum est, proportionaliter augeri vel diminui ejus virtutem... », etc.

Entre la *Préface* de la deuxième édition des *Principes de philosophie naturelle,* publiés en 1713, et la célèbre déclaration de Newton écrivant à Bentley en 1692, la contradiction n'est qu'apparente ; elle disparaît si l'on admet deux points de vue différents : l'un, celui de la lettre à Bentley, qui impliquait l'idée d'une matière ne relevant que d'elle-même et tirant d'elle-même ses propres lois, idée très justement qualifiée d'absurde ; l'autre, celui de l'auteur de la préface, considérant la gravité comme inhérente et essentielle à la matière *en tant que Dieu*

l'aurait créée avec cette propriété. Ici, il n'y plus rien d'absurde, et Newton, n'ayant pas voulu dire autre chose dans sa lettre à Bentley, pouvait très bien autoriser les déclarations de Cotes en tête d'un de ses principaux ouvrages.

A la vérité, la phrase finale du passage cité de la lettre à Bentley semble atténuer la portée de cette interprétation, puisque, après avoir affirmé que la gravité doit être causée par un agent agissant constamment suivant certaines lois, le grand astronome ajoute qu'il laisse à ses lecteurs le soin de décider si cet agent est matériel ou immatériel.

Mais si l'on se reporte au surplus de la correspondance, on est conduit, selon nous, à reconnaître que cette phrase finale est plutôt une formule oratoire, une manière d'affirmer qu'il s'agit d'un agent immatérial, la chose lui paraissant trop évidente pour qu'il y ait lieu de l'exprimer d'une manière plus affirmative. En effet, si on jette les yeux sur une lettre antérieure, on voit que Newton se refuse à admettre que le mouvement transversal des planètes puisse résulter, comme depuis Laplace l'a affirmé, mais sans démonstration, puisse résulter des attractions combinées, et ne soit point dû à une impulsion étrangère.

« L'impulsion transversale, lit-on dans la seconde lettre, doit être exactement déterminée ; car, trop forte ou trop faible, elle lancerait la planète dans quelque autre direction. En outre, *je ne connais aucun pouvoir dans la nature capable d'opérer ce mouvement transversal sans l'intervention divine.* Blondel dit quelque part, d'après Platon, que le mouvement des planètes est tel que Dieu semble les avoir créées dans quelque région très éloignée de notre système, et les avoir de là laissé tomber vers le soleil ; puis, qu'aussitôt arrivées à leurs orbites respectives, elles ont vu leur mouvement de chute se transformer en un mouvement transversal. Et ceci est vrai si l'on suppose que la force de gravitation du soleil

était double au moment où toutes arrivèrent à leurs orbites respectives. Mais alors *la puissance divine est ici requise* à un double point de vue, notamment *pour changer le mouvement de chute des planètes en un mouvement latéral,* et en même temps pour doubler la force attractive du soleil. Ainsi la gravité peut mettre les planètes en mouvement, mais *sans l'action divine elle ne pourrait jamais leur imprimer un mouvement circulaire* comme celui qu'elles ont autour du soleil ; et c'est pour cela, comme aussi pour d'autres raisons, que je suis amené à attribuer l'origine de ce système à un agent intelligent » (1).

La préoccupation de Newton relative à l'intervention divine dans l'origine du monde et des lois qui le régissent, se révèle également dans sa quatrième lettre à Bentley. On nous permettra d'en citer le passage principal.

« Dans mes précédentes lettres, je vous disais que la rotation diurne des planètes ne pouvait pas résulter de la gravité, mais *exigeait une main divine* pour leur imprimer ce mouvement. Quoique la gravité puisse donner aux planètes un mouvement de chute vers le soleil, soit directe soit légèrement oblique, cependant le mouvement tangen-

(1) " The transverse impulse must be a just quantity; for if it be too big or too little, it will cause the earth to move in some other line. Secondly, I do not know any power in nature which would cause this transverse motion without the divine arm. Blondel tells us somewhere that Plato affirms that the motion of the planets is such, as if they had all of them been created by God in some region very remote from our system, and let fall from thence towards the sun, and so soon as they arrived at their several orbs, their motion of falling turned aside into a transverse one. And this is true, supposing the gravitating power of the sun was double, at that moment of time in which they all arrive at their several orbs; but then the divine power is here required in a double respect, namely, to turn the descending motions of the falling planets into a side motion, and at the same time to double the attractive power of the sun. So then gravity may put the planets intomotion, but without the divine power it could never put them into such a circulating motion, as they have about the sun; and therefore for this, as well as other reasons, I am compelled to ascribe the frame of this system to an intelligent Agent. , Letter II, Trinity College, Jan. 17, 1692-3, p. 436, in *Opera*, etc.

tiel, suivant lequel elles parcourent leurs orbites, *exige l'action de Dieu* pour les diriger suivant la tangente à ces mêmes orbites. J'ajouterai maintenant que l'hypothèse d'une matière primitive également répandue à travers l'espace est, dans mon opinion, incompatible avec celle de la gravitation innée, *à moins d'une intervention extra-naturelle* pour les concilier, ce qui implique, par conséquent, l'existence d'une Divinité. Car, s'il y a une gravitation innée, il est impossible aujourd'hui que la matière de la terre, des planètes et des étoiles s'en échappe pour se répandre également à travers tout l'espace, *à moins d'un pouvoir extra-naturel,* et il est certain que ce qui ne pourrait avoir lieu aujourd'hui sans un pouvoir extra-naturel, *n'a pu se faire précédemment sans ce même pouvoir* » (1).

On le voit, ce que Newton tient avant tout à établir, c'est la nécessité d'une intervention divine dans l'origine de l'univers et dans le maintien des lois qui le régissent. Ce qu'il réprouve, ce n'est pas l'action à distance comme fait, mais comme une vertu que la matière tirerait d'elle-même et sans cause extérieure. La gravité, dit-il dans sa troisième lettre, doit être causée par un agent agissant constamment suivant certaines lois. Mais rien ne s'oppose à ce que, dans la pensée intime de Newton, cet agent ne soit Dieu lui-même ; et ce qu'il dit dans ses deuxième et

(1) " In my former letters, I represented that the diurnal rotations of the planets could not be derived from gravity, but required a divine arm to impress them. And though gravity might give the planets a motion of descent towards the sun, either directly or with some little obliquity, yet the transverse motions by which they revolve in their several orbs, required the divine arm to impress them according to the tangents of their orbs. I would now add, that the hypothesis of matter's being at first evenly spread through the heavens, is, in my opinion, inconsistent with the hypothesis of innate gravity, without a supernatural power to reconcile them ; and therefore it infers a Deity. For if there be innate gravity, it is impossibile now for the matter of the earth and all the planets and stars to fly up from them, and become evenly spread throughout all the heavens, without a supernatural power ; and certainly that which can never be hereafter without a supernatural power, could never be heretofore without the same power. " Lett. IV, Cambridge, Feb. 11, 1693, p. 441, in *Opera*, etc.

quatrième lettres ne fait que confirmer cette interprétation ; il y admet même, *moyennant l'intervention divine*, la gravitation innée, si vivement combattue dans sa troisième lettre à Bentley.

Il est vrai que l'on pourrait opposer à cette interprétation le reproche adressé à la théorie des monades de Leibnitz sans action directe les unes sur les autres, et dire que ce n'est pas résoudre un problème que de trancher le nœud même de la question par l'intervention d'un agent supérieur substitué aux causes secondes dont il s'agit précisément de mettre les opérations en évidence (1).

Mais il est à remarquer que Newton évite avec soin de fournir aucune explication des faits qu'il pose concernant la gravité, les attractions mutuelles des corps. Il veut, avant tout, quand il fait de la physique, rester sur le terrain de la constatation des phénomènes, sans en demander le pourquoi. Ce qui lui tient à cœur, c'est d'abord d'affirmer et d'établir la nécessité absolue d'une cause première et intelligente comme point de départ des phénomènes cosmiques, et ensuite de montrer que l'ensemble de ces phénomènes est soumis à une loi qu'il nomme attraction, comme il pourrait l'appeler impulsion, sans vouloir s'expliquer d'ailleurs sur la cause immédiate ou le mode d'action de cette loi. Il revient fréquemment sur ce point. Il constate une loi générale, universelle, à laquelle tous les corps obéissent rigoureusement, tout, dans la nature, se passant suivant cette loi. Mais il refuse d'élever aucune conjecture, de former aucune hypothèse pour en tenter l'explication.

« Je n'ai pas encore pu conclure des phénomènes à la raison de ces propriétés de la gravitation, et je ne fabrique point d'hypothèses », dit-il aux dernières lignes de sa *Philosophie naturelle* (2). Dès le début du même ouvrage,

(1) J. Gardair, *Corps et âme*, p. 20. Paris.

(2) "Rationem vero harum gravitatis proprietatum, ex phaenomenis nondum potui deducere, et hypotheses non fingo. „ *Philosophiae naturalis principia*

il dit qu'il emploie indifféremment les termes d'attraction, d'impulsion ou de propension quelconque vers un centre, parce qu'il considère ces forces au point de vue mathématique et non au point de vue physique (1). Et il se hâte d'ajouter que, dans le cas où il aurait parlé d'attractions des centres, de forces des centres, on doit bien prendre garde de croire que, par ces expressions, il entend définir l'espèce ou le mode d'action ou la raison physique de ces forces, et qu'il les attribue véritablement à des points mathématiques comme centres (2).

Néanmoins il suppose toujours pratiquement ce qu'il se défend d'admettre en tant que théorie. Il se demande même si, dans la plupart des phénomènes de la nature, les dernières particules des corps n'ont pas des vertus, puissances ou forces particulières, au moyen desquelles elles agissent les unes sur les autres, *à travers un certain intervalle*. Il est assez connu, ajoute-t-il, que les corps s'influencent réciproquement par les attractions de la pesanteur comme par les forces électriques et magnétiques (3). Plus loin, il remarque que ces attractions de la pesanteur et des forces magnétiques et électriques s'exercent à des distances assez grandes pour arriver facilement à la connaissance du vulgaire; mais il a soin d'ajouter que les unes et les autres peuvent aussi *s'exercer dans des*

mathematica, auctore Isaaco Newtono. Ed. IIa auctior et emendatior. Cantabrigae, 1713. In Scholio finali.

(1) " Porro attractiones et impulsus eodem sensu acceleratrices et motrices nomino. Voces autem attractionis, impulsus vel propensionis cujuscumque in centrum indifferentes et pro se mutuo promiscue usurpo, has vires non physice sed mathematice tantum considerando. „ *Ibid.*, p. 5.

(2) " Unde caveat lector, ne per hujusmodi voces cogitet me speciem vel modum actionis causamve aut rationem physicam alicubi definire, vel centris (quae sunt puncta mathematica) vires vere et physice tribuere, si forte aut centra trahere, aut vires centrorum esse dixero. „ *Ibid.*

(3) " Annon exiguae corporum particulae certas habent virtutes, potentias, sive vires, quibus, per interjectum aliquod intervallum, agant... mutuo in seipsas, ad producenda pleraque phaenomena naturae ? Satis etiam notum est, corpora in se invicem agere per attractiones gravitatis, virtutisque magneticae et electricae. „ *Optice, auctore Isaaco Newton.* Editio novissima, Lausannae et Genevae, 1740. Quaestio XXXI.

limites tellement restreintes qu'elles échappent à toute observation (1).

Ces dernières particules du corps *(exiguae particulae)*, agissant les unes sur les autres à travers un certain intervalle, *per interjectum aliquod intervallum*, ces attractions pouvant s'exercer dans des limites assez restreintes pour échapper à l'observation, tout cela nous semble bien voisin, au moins dans l'ordre phénoménal, des atomes de Boscowich s'attirant et se repoussant mutuellement. Mais n'anticipons pas.

D'ailleurs l'illustre physicien ne manque pas d'insister ici, comme toujours, sur sa précaution de ne rien préjuger quant aux causes. « Je ne recherche point, dit-il dans la Question XXXIe de son *Optique*, quelle peut être la cause efficiente de ces attractions. Ce que j'appelle attraction pourrait très bien être l'effet d'une impulsion ou de quelque autre mode qui nous est inconnu. Si j'adopte ici ce terme d'attraction, c'est seulement en ce sens qu'il existe dans l'univers une certaine force par suite de laquelle les corps tendent réciproquement les uns vers les autres, à quelque cause d'ailleurs que cette force doive être attribuée » (2). Ce n'est pas là, après tout, suivant lui, le point intéressant; et il importe bien davantage de connaître les corps qui s'attirent ainsi que les lois et propriétés de cette attraction (3).

(1) " Attractiones gravitatis, virtutesque magneticae et electricae, ad satis magna se extendunt illae quidem intervalla; adeoque etiam sub vulgi sensum notitiamque ceciderunt. At verò fieri potest, ut sint praeterea aliae quoque aliquae, quae tam angustis finibus contineantur, ut usque adhuc omnem observationem fugerint. „ *Optice*, etc.

(2) " Qua causa efficiente hae attractiones peragantur, in id vero hic non inquiro. Quam ego attractionem appello, fieri sane potest ut ea efficiatur impulsu, vel alio aliquo modo nobis ignoto. Hanc vocem attractionis ita hic accipi velim, ut in universum solummodo vim aliquam significare intelligatur, qua corpora ad se mutuo tendant, cuicunque demum causae attribuenda sit illa vis. „ *Ibid.*

(3) " Nam ex phaenomenis naturae illud nos prius edoctos oportet, quaenam corpora se invicem attrahant, et quaenam sint leges et proprietates istius attractionis, quam in id inquirere par sit, quanam efficiente causa peragatur attractio. „ *Ibid.*

En d'autres parties de ses écrits où il revient encore sur la même idée, Newton admet implicitement cette fameuse action à distance parmi les causes possibles de la gravitation, puisque, après avoir renouvelé sa déclaration de donner le nom d'attraction simplement à la tendance des corps à se rapprocher les uns des autres, il ajoute : « soit que cette tendance *provienne de l'action même des corps* se cherchant mutuellement, ou s'agitant entre eux sous certains effluves *(spiritus emissos)*, soit qu'elle vienne de l'action de l'éther, ou de l'air, ou d'un milieu quelconque corporel ou incorporel projetant de quelque manière que ce soit les uns contre les autres les corps immergés » (1).

Qu'est-ce que peut bien être une tendance ou, plus exactement, un effort *(conatus)* des corps pour se rapprocher les uns des autres, par l'action même de ces corps se cherchant mutuellement, sinon cette action à distance, objet de tant de récriminations et d'anathèmes ? Sans doute Newton n'en parle qu'incidemment, comme d'une cause simplement possible, parmi plusieurs autres également possibles, en se tenant toujours sur le terrain pratique et en refusant constamment de se prononcer sur aucune d'elles. Il n'en est pas moins vrai qu'il envisage nettement l'éventualité où la cause de la tendance des corps à se rapprocher les uns des autres, autrement dit de la loi de la gravitation, proviendrait de l'action de ces corps se cherchant mutuellement, *sive conatus iste fiat ab actione corporum se mutuo petentium.*

Si l'illustre astronome avait considéré l'action à distance comme une si grande absurdité dans le sens qu'on lui prête, aurait-il été dire que l'attraction peut avoir pour cause l'action réciproque des corps se cherchant

(1) « Vocem attractionis hic generaliter usurpo pro corporum conatu quocunque accedendi ad invicem, sive conatus iste fiat ab actione corporum, vel se mutuo petentium, vel per spiritus emissos se invicem agitantium, siveis ab actione aetheris, aut aeris, mediive cujuscunque seu corporei seu incorporei oriatur corpora innatantia in se invicem utcunque impellentis. » *Philosophiae naturalis*, etc., p. 172, Scholium.

mutuellement les uns les autres? Ou cette parole est une simple répétition de mots, un non-sens par conséquent, ou elle signifie l'action mutuelle des corps à travers le vide. Et en effet, aussitôt après, il place l'alternative de l'intermédiaire d'un milieu, éther, air, ou autre : *sive is ab actione aetheris, aut aeris, mediive cujuscunque seu corporei seu incorporei oriatur, corpora innatantia in se invicem utcunque impellentis.* C'est donc, en d'autres termes, soit par l'action d'un milieu immergeant, corporel ou incorporel, quelconque, soit en l'absence de ce milieu, mais par l'action des corps eux-mêmes, qu'ils tendent à se réunir les uns aux autres. Voilà ce que dit Newton.

Par conséquent, lorsqu'il adressait à Bentley la phrase, si souvent et plus ou moins fidèlement citée, de sa troisième lettre au célèbre sermonnaire, il avait en vue avant tout un but philosophique; il voulait lui fournir des arguments contre l'athéisme et pour la démonstration rationnelle de l'existence de Dieu. Et l'on n'ignore pas que les lettres de l'astronome spiritualiste furent d'un utile secours au chapelain de Saint-Paul de Londres pour la composition des huit sermons contre l'athéisme qui lui valurent le prix institué par Boyle. C'est dans le but d'obtenir des preuves cosmologiques pour sa démonstration que Bentley avait sollicité de Newton les consultations dont nous avons donné, en commençant, les parties principales. C'était donc bien la pensée de regarder la matière et les lois qui la régissent comme indépendantes d'une cause première, extérieure, intelligente et souveraine, comme indépendantes de l'action divine en un mot, que Newton considérait comme une absurdité si grande qu'il ne croyait pas qu'un homme sain d'esprit pût y tomber jamais.

Cette interprétation est confirmée d'ailleurs par toute la philosophie de l'illustre astronome qui, dans le scolie final de ses *Principes mathématiques de philosophie naturelle,* exprime, sur la puissance et la nature de Dieu, les

pensées les plus sublimes et que ne désavoueraient pas, sans doute, les Pères mêmes de l'Église. Qu'il nous soit permis d'en rappeler quelques passages.

Après avoir résumé à grands traits la description du système solaire, il ajoute :

« Ce magnifique ensemble que forment le soleil, les planètes et les comètes n'a pu naître sans la volonté et le pouvoir d'un Être intelligent et puissant. Et si les étoiles fixes sont les centres de systèmes semblables, ils seront tous construits sur un plan pareil, tous soumis à la puissance d'un seul Maître ; alors surtout que la lumière des étoiles fixes est de même nature que celle du soleil, et que tous ces systèmes se renvoient les uns aux autres leur lumière » (1).

Puis, ayant passé aux attributs de la Divinité et les ayant développés, il les résume en ce sublime langage :

« Dieu est éternel et infini, il est omnipotent, auteur de tout ; il dure d'éternité en éternité et il est présent de l'infini jusqu'à l'infini, il gouverne tout et connaît tout, aussi bien ce qui est que ce qui peut être. Il n'est pas l'éternité ou l'infinité, mais il est éternel et infini ; il n'est pas la durée ou l'espace, mais il dure et il est présent. Il dure toujours, il est présent partout ; et parce qu'il existe partout et toujours, par lui se réalisent la durée et l'espace, l'éternité et l'infinité » (2).

Pour faire comprendre combien peu nous connaissons la substance divine, nonobstant l'idée que nous pouvons

(1) " Elegantissima haecce Solis, planetarum et cometarum compages nonnisi consilio et dominio Entis intelligentis et potentis oriri potuit. Et si stellae fixae sint centra similium systematum, haec omnia simili consilio constructa, suberunt Unius dominio; praesertim cum lux fixarum sit ejusdem naturae ac lux solis, et systemata omnia lucem in omnia immittant. „ *Philosophiae naturalis*, etc. Scholium generale, p. 481.

(2) " Eternus est et Infinitus, Omnipotens et Omnificiens, id est, durat ab eterno in eternum, et adest ab infinito in infinitum, omnia regit et omnia cognoscit, quae fiunt aut fieri possunt. Non est eternitas vel infinitas, sed eternus et infinitus; non est duratio vel spacium, sed durat et adest. Durat semper et adest ubique; et existendo semper et ubique durationem et spatium, eternitatem et infinitatem constituit. „ *Ibid.*

avoir de ses attributs (1), Newton emploie une comparaison très heureuse et qui d'ailleurs rentre tout à fait dans son système de s'occuper des phénomènes et des lois qui les régissent sans en rechercher les causes primordiales, autrement dit, de rester, quand il fait de la physique et des calculs, exclusivement dans le domaine de la physique et des mathématiques.

« Nous voyons seulement, dit-il, la figure et la couleur des corps, nous entendons des sons, nous touchons des surfaces extérieures, nous flairons des odeurs et nous goûtons des saveurs ; mais nul sens, nulle action réflexe ne nous fait connaître la nature substantielle des corps ; et bien moins encore avons-nous idée de la substance de Dieu. Nous le connaissons seulement par ses propriétés et ses attributs, par l'ordre parfait et la souveraine sagesse de la structure de l'univers, et par les causes finales » (2).

Nous arrêterons là ces citations. Car, à vouloir donner ici en leur entier les belles pensées du grand astronome, nous serions entraînés trop loin. Aussi bien, ce qui précède suffit au but que nous nous sommes proposé. Newton, en même temps qu'un vaste et puissant génie scientifique, possédait un esprit profondément philosophique et religieux. Sa haute intelligence se refusait énergiquement à accepter ces concepts, vulgaires et en révolte contre la raison, d'après lesquels les phénomènes résulteraient d'une sorte de chaîne sans finde causes secondes qu'aucune cause première et antérieure n'aurait déterminées à l'origine, dont aucun plan, aucun but, aucune fin n'auraient réglé l'ordre et l'harmonie. Voilà ce qui le révoltait, et non

(1) " Ideas habemus attributorum Ejus, sed quid sit rei alicujus substantia minime cognoscimus. „ *Philos. nat. principia math.*

(2) " Videmus tantum corporum figuras et colores, audimus tantum sonos, tangimus tantum superficies externas, olfacimus odores solos et gustamus sapores; intimas substantias nullo sensu, nulla actione reflexa cognoscimus; et multo minus ideam habemus substantiae Dei. Hunc agnoscimus solummodo per proprietates suas et attributa, et per sapientissimas et optimas rerum structuras, et causas finales. „ *Ibid.*

le principe d'une théorie qu'on peut discuter et combattre, mais qui ne revêt aucun de ces caractères évidents de fausseté d'après lesquels l'épithète d'absurde peut être légitimement appliquée.

D'ailleurs, tant qu'on ne sort pas du point de vue *phénoménal,* c'est-à-dire relatif exclusivement à l'étude de l'ordre et de la marche des phénomènes, — et c'est à se maintenir sur ce terrain que Newton insiste énergiquement et itérativement, — on est pleinement en droit de se servir d'une hypothèse à laquelle s'adaptent tous les calculs, sans se préoccuper des objections et difficultés qu'elle peut soulever dans l'ordre métaphysique (1).

II

GRAVITATION ET DYNAMISME.

On pourrait déjà, ce nous semble, opposer à ceux qui repoussent telle ou telle théorie physique sous le prétexte qu'elle s'appuie sur le principe, faux selon eux, de l'action à distance, cette fin de non-recevoir : Nous n'avons pas à nous occuper, au sens métaphysique proprement dit, soit de l'action au contact, soit de l'action à distance; dans l'étude des phénomènes physiques en tant que telle, nous n'envisageons pas la portée qu'ils peuvent revêtir par

(1) " Au point de vue purement phénoménal ou mathématique, dit M. le prof. Paul Mansion, que signifient ces mots : action à distance d'un corps A sur un corps B, de la terre, par exemple, sur une pierre lancée verticalement de bas en haut ? Uniquement que le corps B s'éloignera ou se rapprochera du corps A suivant une certaine loi. Dans le cas de la pierre et de la terre, la pierre s'élèvera avec une vitesse rapidement décroissante jusqu'à une certaine hauteur, pour retomber ensuite dans un intervalle de temps que Galilée nous a appris à calculer approximativement. Nier l'action de la terre sur la pierre, dans le sens où nous l'entendons ici, ce serait nier le phénomène lui-même. Or, c'est dans ce sens mathématique ou phénoménal qu'on parle toujours de l'attraction à distance depuis Newton. „ *Examen critique*, par M. P. Mansion, du mémoire intitulé : " *De l'unité des forces de gravitation et d'inertie*, par Eudore Pirmez, membre de la Chambre des représentants „ de Belgique. P. 10.

l'interprétation philosophique. Or, dans le domaine des faits, tout se passe comme si les lois de la gravitation universelle étaient déterminées par l'action des corps, astres ou molécules, à distance les uns des autres. Donc, à ce point de vue uniquement mathématique ou phénoménal, on a le droit d'admettre l'action à distance.

Mais, tout en raisonnant suivant cette méthode, en laquelle le physicien qui ne veut pas sortir de son domaine demeure, croyons-nous, inattaquable, il n'est pas interdit toutefois au savant d'être philosophe; en cette dernière qualité, il lui est permis d'éclairer, à la lumière du flambeau métaphysique, les matériaux qu'il a réunis et les théories qu'il a construites en tant que savant. Comme philosophe, il a alors le droit d'avoir une opinion sur la donnée que, cantonné tout à l'heure dans son domaine purement phénoménal, il acceptait sans en apprécier la valeur intrinsèque.

Newton, dans son *Optique* et dans son livre des *Principes,* manifeste à chaque pas la ferme intention de ne pas sortir des limites de ce dernier domaine, encore que souvent, dans ses considérations scientifiques les plus élevées, le savant, en lui, ne parvienne pas toujours à exclure le philosophe. Mais dans sa correspondance avec Bentley, c'est bien sciemment et volontairement le philosophe qui parle, ou plutôt le savant que sa science, le portant plus haut qu'elle-même, élève jusqu'à la claire vue de la cause première et universelle d'où découlent toutes les causes secondes qu'il a rencontrées sur sa route.

Or, à ce point de vue, ce que Newton considérait comme absurde, — on ne saurait trop insister sur ce point, — c'était l'interprétation athée du principe de l'action à distance, bien plutôt que ce principe lui-même. Cela du moins semble ressortir du rapprochement des nombreux passages que nous avons cités de la correspondance de l'illustre astronome de Woolsthorpe avec le fameux prédicateur anglican.

Dans son *Optique* et même dans ses *Principes mathématiques de philosophie naturelle,* il se défend sans cesse, comme on l'a vu, de la pensée de vouloir chercher à expliquer la cause de la gravitation. Et cependant, malgré ses dénégations réitérées, il arrive que, quelques lignes après s'être écrié : *Hypotheses non fingo,* il propose en explication précisément une hypothèse, et même une hypothèse qui peut, au premier abord, paraître assez étrange. Il termine le scolie final du livre des *Principes* en disant qu'on pourrait y ajouter quelque chose à propos de *certain esprit très subtil* qui compénétrerait les corps solides et résiderait en eux d'une manière latente. Par la force et l'action de cet esprit subtil, les particules des corps s'attirent mutuellement à de très petites distances et adhèrent en se rapprochant; les corps électriques agissent à de plus grandes distances tant pour repousser que pour attirer les corpuscules voisins; la lumière rayonne, se réfléchit, s'infléchit, se réfracte et échauffe les corps; par lui enfin toute sensation est excitée, etc. L'illustre auteur termine en observant qu'un tel sujet ne saurait être traité en peu de mots, et que d'ailleurs on n'a pas encore fait des expériences en nombre suffisant pour pouvoir déterminer et démontrer avec certitude la loi des actions de cet esprit (1).

Que pensait entendre Newton par cet esprit très subtil, *spiritu quodam subtilissimo,* compénétrant les corps solides et y résidant d'une manière latente? Pressentait-il le milieu éthéré, l'*éther* des physiciens modernes? Cela n'est pas invraisemblable. Quoi qu'il en soit, il semble

(1) « Adjicere jam liceret nonnulla de spiritu quodam subtilissimo corpora crassa pervadente, et in iisdem latente; cujus vi et actionibus particulae corporum ad minimas distantias se mutuo attrahunt et contiguae factae cohaerent; et corpora electrica agunt ad distantias majores, tam repellendo quam attrahendo corpuscula vicina; et lux emittitur, reflectitur, refringitur, inflectitur, et corpora calefacit; et sensatio omnis excitatur,... etc. Sed haec paucis exponi non possunt; neque adest sufficiens copia experimentorum, quibus leges actionum hujus spiritus accurate determinari et monstrari debent. » *Philosophiae naturalis principia mathematica.*— Scholium generale, à la fin.

manifeste que la recherche de la cause directe et immédiate de l'attraction mutuelle des corps tourmentait l'esprit du grand savant anglais. L'insistance même qu'il met, dans ses divers écrits, à dire qu'il ne recherche pas cette cause et ne veut pas s'en occuper, prouve tout au moins qu'elle le préoccupait. Il n'est pas interdit de penser que, par cette insistance réitérée, il cherchait à se mettre à couvert contre les objections, *d'ordre métaphysique,* que l'école cartésienne, probablement, ne se faisait pas faute de lui opposer. Et il est incontestable que, en se maintenant jalousement sur le terrain purement expérimental, en affirmant qu'il ne cherche pas *comment il se fait* que les choses vérifient la loi de la gravitation universelle, mais qu'il constate seulement que *tout se passe comme si* les corps, même distants les uns des autres, s'attiraient en raison directe de leurs masses et inverse du carré de leurs distances respectives, il échappe à toute objection, à toute opposition fondée sur la valeur ou non-valeur contestée ou contestable de son principe considéré métaphysiquement.

Mais si cette attitude est inexpugnable pour la défense de la théorie de la gravitation universelle, pourquoi ne le serait-elle point pour les partisans du dynamisme ou théorie atomique moderne? Considéré au point de vue mathématique ou phénoménal, le dynamisme, issu des méditations de Boscowich, et qui peut se recommander de noms comme ceux des Euler, des Ampère, des Faraday, des Cauchy, des Saint-Venant et des Carbonnelle, le dynamisme n'est après tout que la continuation des idées de Newton développées et étendues du domaine des infiniment grands à celui des infiniment petits. Avoir découvert et révélé au monde les lois de la gravitation universelle, c'est là une œuvre de génie; elle entoure la mémoire du physicien et astronome de Woolsthorpe d'une auréole de gloire qui ne s'éteindra jamais ; et cette gloire n'est point diminuée parce que l'illustre savant n'a pas pénétré les

dernières conséquences de la théorie, celles qui concernent les éléments ultimes des corps, car il a du moins indiqué la voie où l'on pourrait les chercher.

Si Boscowich et quelques-uns de ses disciples ont pu aller plus loin que de raison en concluant trop vite, de ce que nous appellerions volontiers le *dynamisme phénoménal* ou mathématique, au dynamisme réel, il est permis aux métaphysiciens de les combattre sur le terrain métaphysique, car en pénétrant dans le domaine du réel et des causes ils entrent par là-même dans le domaine de la philosophie ; mais alors la discussion sort de l'ordre scientifique proprement dit, et les physiciens ne sont pas fondés à y prendre part en tant que tels. Comme savants, c'est sur le terrain phénoménal ou mathématique qu'ils ont seulement le droit de se placer, et ils ne peuvent légitimement combattre le dynamisme qu'en prouvant, par exemple, qu'il ne s'applique pas à tous les faits, que les déductions de ses formules ne concordent pas avec certains d'entre eux, etc. Mais ils ne sont pas fondés à le repousser, ne contestant pas d'ailleurs la justesse de ses conclusions et de ses conséquences dans l'ordre phénoménal et mathématique, sous prétexte que le principe de la théorie ne leur paraîtrait pas métaphysiquement acceptable.

C'est bien là, croyons-nous, le sens de la pensée de Newton s'écriant : *Hypotheses non fingo*. Non, il ne forme point d'hypothèses sur la manière dont procède la Cause première, par lui si magistralement signalée (1), pour faire que les corps soient mus les uns vers les autres suivant les lois qu'il décrit ; mais il constate que tout se passe dans l'univers suivant ces lois. Est-ce attraction, propulsion, tendance mutuelle, effluves spéciaux, action d'un milieu corporel ou incorporel ? il ne l'examine pas, ne s'en soucie pas en tant que physicien, et il adopte le terme

(1) Lettres à Bentley et scolie final des *Principes de philosophie naturelle*.

d'attraction comme plus commode et parce que, pour la clarté de l'exposition, il faut en adopter un à l'exclusion des autres.

Laissons donc de côté, dans le champ des sciences physiques, ces interminables discussions sur la possibilité ou l'impossibilité de l'action à distance. Elles n'ont vraiment pas de raison d'être et ne peuvent qu'entraver l'essor de l'esprit humain dans la recherche des lois qui président aux phénomènes du monde physique et à leur harmonie. Qu'importe que l'action à distance ait ou n'ait pas de réalité concrète, si, en la prenant comme base de leurs calculs, les géomètres y trouvent la raison mécanique de tous les phénomènes? Ce sera, plus tard, aux philosophes à poser devant eux la théorie des savants, pour arriver à trouver, s'ils le peuvent, la cause véritable des faits ainsi expliqués, le *pourquoi* et le *comment* des lois qui les régissent, en un mot le mode suivant lequel la Cause première et souveraine a procédé et procède pour gouverner le monde.

C. DE KIRWAN.

A TRAVERS LES ÉTATS-UNIS

Fin (1).

Quelques kilomètres plus loin que le Jefferson Caoñn, le railway pénètre dans un grand massif granitique qui recouvre une vaste étendue dans l'État de Montana. Du même coup, le paysage change complètement, et prend cet aspect particulier qu'affectent toutes les régions dont le granit forme le sous-sol. En effet, cette roche massive vient affleurer directement à la surface qu'elle jonche de ses débris ; les agents météoriques, s'acharnant sans cesse contre ces derniers, en font disparaître tous les angles et les arêtes, produisant ainsi une infinité de boules de toutes dimensions. Les collines elles-mêmes, subissant les mêmes effets, ont perdu toutes leurs aspérités, et n'étalent plus que des croupes parfaitement arrondies découpées par de profondes ravines.

C'est avec peine que le chemin de fer circule dans cette région rocheuse, en se collant au flanc des collines et en enjambant hardiment les ravins au moyen de ces frêles ponts en bois que les Américains, dans leur langage imagé

(1) Voir la livraison de juillet 1892, pp. 122 et suiv.

appellent des *trestle works*. Figurez-vous un enchevêtrement de fortes poutres, formant par leur assemblage une sorte de château de cartes ayant parfois jusque six étages, et ne laissant vers le haut que juste l'espace nécessaire pour placer les rails. C'est à vous donner la chair de poule lorsque, passant avec une sage lenteur sur ces ouvrages audacieux, on entend craquer les poutres, ou qu'en se penchant à la portière on se voit comme suspendu dans le vide. A mesure que l'on avance, ces ponts deviennent de plus en plus nombreux. On est à la crête de partage des bassins de l'Atlantique et du Pacifique; le pays se fait de plus en plus accidenté et la végétation de plus en plus rare, et incapable de cacher la roche dont les cristaux brillent au soleil comme des miroirs.

Aussitôt que l'on a dépassé la crête de partage, on voit se creuser sur la gauche une vallée où coule la rivière Silverbow (arc d'argent), tributaire du Pacifique. A mesure que le chemin de fer avance, enlaçant la montagne de ses replis multiples, cette vallée s'approfondit de plus en plus et prend des dimensions énormes. A un dernier tournant de la route, le pays s'ouvre tout à coup, et du haut de la montagne nous dominons une plaine immense au milieu de laquelle s'élève, comme une gigantesque taupinière, la butte qui donne son nom à Butte-City, la jeune reine des villes minières du Montana. Un épais nuage de fumée bleue, qui se dégage de ses établissements métallurgiques, la fait ressembler de loin à un volcan en activité; et quand nous nous en sommes un peu plus rapprochés, nous voyons le damier de ses rues à angles droits enlaçant la colline comme d'un réseau. Au sommet de la colline, nous distinguons les tas de débris provenant des mines, tandis qu'au pied de la montagne, et l'entourant comme d'un cercle de feu, s'élèvent les usines de réduction.

Aussitôt débarqués à la gare, nous sautons dans un tramway électrique qui nous dépose au sommet de la côte dans un luxueux club où se trouvent réunis les principaux

directeurs des mines de Butte-City. Là on se divise en diverses bandes et, sous la conduite d'aimables cicéroni, on se met en route pour les exploitations. Deux genres de mines existent dans le massif granitique que recouvre la ville : des filons de cuivre argentifère et des filons argentifères. Pour ma part, j'ai eu la bonne fortune de pouvoir visiter la fameuse mine *Parrot* (perroquet), une des plus riches de la localité. Dans la cour de la mine, on nous montre une petite crête quartzeuse souillée de taches de minerai de fer rouge et de minerai de cuivre vert. Ce sont là les indices auxquels on a reconnu l'existence des filons, et leur pauvreté à la surface ne permettait guère de prévoir l'énorme richesse du dessous. A peine sommes-nous descendus dans la mine, nous voyons de suite que nous sommes dans un milieu prospère, où l'on n'a pas besoin de faire des économies de bouts de chandelle ; et arrivés devant le filon, nous ne sommes pas peu étonnés de lui voir une épaisseur de plus de douze pieds de minerai presque massif. Aussi les chantiers d'abatage ressemblent-ils plutôt à de grandes carrières qu'à autre chose, et l'on taille à même dans le minerai. Si l'on songe que celui-ci renferme plus de 20 p. c. de cuivre argentifère et aurifère, on ne s'étonnera pas d'apprendre qu'il a rendu plusieurs fois millionnaires ses heureux propriétaires. Après avoir bien examiné les détails de l'exploitation, nous remontons au jour rapidement, car notre journée n'est pas finie : nous devons encore aller visiter la mine d'argent *Blue Bird* (oiseau bleu). Le propriétaire de la mine, M. Van Zandt, nous attendait avec sa famille, et sachant combien creuse la visite des mines, il nous avait préparé une cordiale réception dont nous ne perdrons pas de sitôt le souvenir. Les vins les plus généreux n'avaient pas été oubliés.

Nous visitâmes ensuite les grandioses établissements qui constituent cette exploitation. Nous allâmes d'abord inspecter l'usine où l'on extrait l'argent de ses minerais par un des trois procédés d'extraction en usage aux États-

Unis, le procédé par amalgamation. Bâtie tout récemment, cette usine peut passer pour un modèle du genre et réalise les derniers perfectionnements.

Le minerai pulvérisé est d'abord chloruré dans des fours très élevés où on le met en présence de sel marin. Ainsi traité, le minerai, mélangé d'une certaine quantité de mercure, est placé dans une sorte de baratte très compliquée (pan), où il est travaillé pendant plusieurs heures ; l'argent finit par s'amalgamer au mercure. Cet amalgame, séparé mécaniquement du résidu stérile, est ensuite distillé, d'après les procédés ordinaires ; le mercure ainsi isolé sert à de nouvelles opérations. Quant à la visite de la mine, ce fut une vraie promenade, où les dames elles-mêmes ne craignirent pas de s'aventurer dans les vastes galeries revêtues de planches de toutes parts et éclairées à l'électricité.

Vers 8 heures du soir, nous nous séparions à regret de nos aimables hôtes et nous reprenions notre train qui nous attendait fidèlement. Pendant la nuit, nous traversâmes les frontières de l'État d'Idaho, et le matin, en ouvrant les yeux, nous eûmes devant nous un paysage d'aspect bien différent. A un moment donné, le chemin de fer, laissant la ville de Pocatello, court dans une large vallée dont les flancs sont formés de deux nappes de basalte d'une grande régularité. On traverse justement une réserve indienne, et pour la première fois nous voyons se dresser dans la plaine des wigwams indiens en peau de bison blanche formant une sorte de tente conique, d'un aspect très pittoresque dans le paysage.

Les membres de cette réserve sont très pacifiques et agriculteurs, et nous avons même pu les examiner de très près ; car, notre train ayant ralenti, nous vîmes tout à coup une bande de plusieurs indigènes sauter sur la plate-forme de notre wagon où ils furent immédiatement l'objet de l'attention générale. Ils sont très curieux avec leurs vêtements aux couleurs éclatantes et disparates ; mais, à

franchement parler, ils ne sont pas beaux. Passe encore pour les hommes, dont le type ne manque pas d'une certaine grandeur; mais pour les femmes, avec leur teint cuivré, leur visage ridé et leurs cheveux noirs et durs comme du crin de cheval, elles ne sont guère attrayantes. Nos Indiens disparurent comme ils étaient venus, au moment où notre train stoppait dans une gorge pittoresque, où coule la rivière de l'Ours entre deux murs de dolomie noirâtre, déchiquetée. Dans les anfractuosités de cette roche on voit de curieux dépôts de tuf rempli de petites coquilles. Après leur avoir donné un coup d'œil, nous reportons nos regards vers le fond de la gorge où passe un intéressant ouvrage des industrieux Mormons.

Dans le but de fertiliser les sols arides de cette région, ils ont construit dans la gorge un barrage; de là l'eau, ainsi emmagasinée, est conduite au moyen d'un aqueduc parfois creusé dans la pierre, mais le plus souvent formé d'un canal en bois. Au moyen de cet aqueduc, qui a plusieurs kilomètres de long, ils sont parvenus à transformer en un sol fertile une région jadis déserte et désolée. Nous avons pu nous en assurer lorsque, sortant de la gorge, le chemin de fer s'engage dans une large et riante vallée. Nous sommes dans l'État de l'Utah et nous traversons plusieurs villes de Mormons. Nos yeux, habitués depuis des semaines à ne plus voir que le sol rougeâtre des Montagnes Rocheuses et la teinte grise du *sage-brush*, se reposent agréablement sur la belle végétation qui tapisse le fond de la vallée où disparaissent pour ainsi dire les cottages des Mormons.

Encore une étape et nous arrivons à Ogden, importante ville mormonne, ce dont on s'aperçoit aisément aux nombreux cottages pittoresquement groupés aux abords de la ville. Derrière celle-ci nous voyons une nappe étincelante; comme jadis les Mormons arrivés au terme de leurs pérégrinations, nous saluons de nos acclamations le Grand Lac Salé. Dès que nous sommes sortis de

la ville, nous le voyons s'étaler devant nous à perte de vue dans toute sa majesté. Pas un souffle de vent ne ride la masse de ses eaux dont la surface reflète comme un miroir la lumière du soleil, tandis qu'une chaîne de montagnes encerclant l'horizon semble, par ses tons grisâtres, servir de repoussoir à la nappe brillante du Grand Lac. Celui-ci étend ses eaux jusqu'au pied des montagnes; aussi nous nous demandions par où nous allions passer, quand, nous étant rapprochés, nous vîmes que la bordure du lac n'était pas nettement délimitée, mais qu'elle se composait en réalité d'une série de lagunes et de chenaux transformés en marais salants, au milieu desquels notre chemin de fer s'engagea audacieusement.

Après avoir longé la rive du lac pendant près de 60 kilomètres, il nous débarqua enfin dans la ville des *Saints des derniers jours,* comme les Mormons s'intitulent, coquettement étalée dans un repli de la montagne. Sa situation fait honneur au bon goût de ses fondateurs. Avec ses rues bordées d'arbres et de ruisselets où coule une eau limpide amenée des montagnes, avec ses frais cottages dominés par la silhouette élancée du temple mormon, la ville présente une physionomie à part qui nous frappa tous dès l'abord. Et certes, le cordial accueil que nous firent ses habitants n'est pas étranger à la bonne opinion que nous avons gardée de la ville du Lac Salé.

Un des souvenirs les plus intéressants des quelques jours que nous y avons passés, est celui du concert qui nous fut offert dans le grand tabernacle des Mormons. Que l'on se figure une vaste enceinte ovale en pierre, sur laquelle on aurait renversé la coque en bois d'un navire, et l'on aura une idée de ce curieux édifice, qui peut contenir plusieurs milliers de personnes et qui présente de merveilleuses qualités d'acoustique. Quant au concert lui-même, il fut au-dessus de tout éloge. Chœurs de plusieurs centaines de jeunes gens et de jeunes filles, marchant avec un ensemble et un entrain parfaits, solos

par des artistes de talent, morceaux d'orgue et de piano, rien ne manqua pour faire de cette soirée musicale une des plus intéressantes de ma vie. Nous restions stupéfiés en songeant que l'on avait pu réunir tant de ressources artistiques dans un endroit où, il y a peu d'années encore, ne retentissait que le sauvage cri de guerre de l'Indien. Comme il y a toujours, en Amérique, même dans les choses sérieures, un côté excentrique, nous eûmes dans cette circonstance une exécution d'un genre tout à fait inédit : un concerto de vingt-cinq mandolines tenues par des dames du *Mandoline Club* entièrement habillées de soie or et noir. Rien ne saurait rendre l'effet trémoussant de la musique sautillante de toutes ces mandolines jointe au mouvement et à l'éclat des étoffes brillantes.

Notre séjour dans la ville ne fut pas entièrement consacré au plaisir, et les études sérieuses y eurent une grande part ; car il y a là pour les géographes et les géologues un superbe champ d'exploration. Comme on le sait en effet, le Grand Lac Salé est situé dans un vaste bassin qui de nos jours ne communique plus avec l'Océan. Partout, dans ce bassin, on constate les preuves d'une extension jadis bien plus considérable du lac. Nous eûmes la bonne fortune d'étudier tous ces faits avec M. Gilbert, du *Geological Survey*, dont les beaux travaux ont fait si bien connaître cette région. Un matin, nous partîmes sous sa direction pour Garfield Beach. Là, sur les collines environnantes, nous pûmes examiner à l'aise d'énormes terrasses à plusieurs centaines de pieds au-dessus du niveau actuel du lac. Ces terrasses creusées dans les collines sont recouvertes d'un épais manteau de galets. Encore aujourd'hui, elles ont conservé une rectitude parfaite. A en juger d'après ces restes, le Grand Lac Salé devait jadis être aussi étendu que l'un des grands lacs du Canada. Il a été réduit à ses dimensions actuelles par des ruptures de ses rives et par évaporation. N'ayant aucun écoulement connu et soumis à une évaporation

intense dans un milieu très sec, les matières salines amenées par ses tributaires s'y amassent constamment. Aujourd'hui encore l'évaporation lui enlève plus d'eau que ses affluents ne lui en apportent, aussi diminue-t-il chaque année et sa densité augmente-t-elle en proportion; dès à présent cette densité est de 1,15. C'est ce qui a rendu les bains du Lac Salé si célèbres, à l'instar de la Mer Morte. Nous avons pu en juger ce jour-là. Garfield Beach est spécialement installée pour les bains ; on nous avait promis une foule de sensations curieuses, et nous ne fûmes pas déçus de ce côté.

Dès que l'on a le pied dans le lac, on sent que l'on est dans un milieu qui déroute nos impressions habituelles. Lorsqu'on n'a de l'eau que jusqu'aux genoux, il est impossible de courir, tellement l'eau paraît gluante et épaisse et oppose d'obstacle à la marche. Mais lorsque l'on a de l'eau jusqu'au cou, c'est bien une autre affaire, et l'on sent que l'on n'est plus maître de ses mouvements; au moindre effort on vient à la surface où l'on flotte comme une planche, et nager n'est rien même pour les plus novices. Il semble que les lois de la pesanteur soient suspendues dans ce milieu. Ainsi, lorsqu'on n'a que la tête hors de l'eau, on peut aisément replier les jambes sans enfoncer pour cela, et l'on flotte alors comme un archange dans l'éther. Mais, dans cet état d'équilibre instable, il faut bien se garder d'un faux mouvement, car — c'est là le revers de la médaille — ici l'onde amère mérite bien son nom. La moindre goutte dans l'œil brûle comme du vitriol, et la moindre gorgée que l'on avale resserre tellement la gorge que l'on suffoque immédiatement. Ainsi toutes les sensations ne sont pas également agréables dans le Lac Salé; et après avoir continué quelques instants nos ébats, c'est avec plaisir que nous regagnons nos cabines. Le temps d'y pénétrer et nous sommes complètement séchés : nous constatons avec surprise que, comme la femme de Loth, nous sommes transformés en blocs de sel. Des

pieds à la tête, une épaisse couche cristalline, brillant comme du diamant, nous recouvre la peau, et ce n'est qu'à grand renfort de douches et de frictions que nous parvenons à nous en débarrasser. Et encore il nous en reste assez pour n'avoir plus à craindre les microbes pour le reste de notre expédition : nous sommes salés.

Ce bain dans le lac fut notre dernier souvenir de la ville, car le lendemain matin notre hôtel roulant nous entraînait de nouveau vers le Sud, à travers une région dont les caractères géographiques rappellent singulièrement celles de la Palestine. Il y a ici, en effet, une mer Morte, le Lac Salé, et un lac d'eau douce, le lac Utah, qui comme le lac Tibériade est traversé par un fleuve appelé Jourdain par les Mormons. Vu le matin sous la brillante lumière du soleil, ce pays présente un aspect à la fois riant et grandiose. C'est une sorte d'énorme vallée à fond plat, tapissé de nappes d'eau et d'une luxuriante végétation. A notre gauche court la chaîne des monts Wahsatch, et à notre droite les monts Oquirrh. En les voyant, on comprend bien ce que c'est qu'une chaîne de montagnes, comme ne pourraient guère se le figurer ceux qui ne connaissent que les Alpes. Au lieu d'une masse confuse de montagnes s'élançant en tous sens les unes derrière les autres, on voit ici se dresser tout d'un coup du sein de la plaine une rangée de pics, alignés à perte de vue avec une rectitude parfaite et barrant l'horizon comme une scie aux dentelons aigus. C'est là, pour nous, une impression nouvelle, et nous admirons sans réserve ces monts dont les sommets dénudés brillent sous l'éclatante lumière du matin comme s'ils étaient couverts de neige.

Après avoir longé pendant quelque temps le pied de la chaîne des Wahsatch, notre train s'engage hardiment dans une vallée latérale et, sans souci de l'aspect majestueux des montagnes, s'apprête à les franchir. La première partie de la route se fait assez facilement dans la vallée de

la Fourche-Espagnole, gorge pittoresque aux flancs escarpés et richement boisés. Mais passé Thistle, la pente devient considérable (près de 4 centimètres par mètre), avant d'atteindre le col qui va nous permettre de descendre dans le bassin du fleuve Colorado. Notre route court ensuite le long de la rivière Price, qui traverse ici un riche bassin houiller, à en juger d'après les nombreuses exploitations qui bordent la voie ferrée. A mesure que nous avançons, la route se fait de plus en plus intéressante. La vallée où coule la rivière, d'abord large et ouverte, devient de plus en plus resserrée et profonde. A un moment donné même le passage paraît complètement barré. Deux minces murailles de grès, se détachant de chaque flanc de la vallée, semblent vouloir se rejoindre et intercepter le passage ; heureusement la rivière y a mis bon ordre et s'est frayé un chemin où le railway se glisse à sa suite. Se découpant fièrement sur l'horizon, avec son arête crénelée qui lui a valu le nom de Porte du Château (Castlegate), cette muraille produit dans le paysage un effet saisissant.

Une fois passé ce portique majestueux, on se croirait transporté dans un monde nouveau. Pendant plus de 300 kilomètres, nous voyageons dans une région où coulent les grands tributaires du Colorado. Là, la nature a voulu préparer comme une antichambre aux merveilles incomparables que l'on rencontre plus loin dans le Grand Cañon, et qui font de tout le bassin du Colorado une région sans rivale au monde et d'un cachet si bizarre et si peu terrestre que vraiment on croirait qu'il y a là, collé contre notre globe, un fragment d'une autre planète.

L'étrange et curieux spectacle que nous eûmes ce jour-là sous les yeux nous donna un avant-goût de ce que nous réservait le Grand Cañon. Sans une minute de répit nous voyons par les fenêtres de notre *car*, comme dans un brillant kaléidoscope, défiler une succession de paysages des plus variés. Le panorama ressemble assez bien à celui des Mauvaises Terres, quoique de proportions beaucoup

plus imposantes et d'un caractère plus brillant, dû sans doute à ce qu'ici, au lieu d'êtres grises et sombres, les roches sont rouges et éclatantes. Nulle plume ne saurait décrire l'étonnante variété des paysages qu'a créés ici la féconde et capricieuse imagination de dame Nature. Avec quelques bancs de grès et de schiste, et le travail des eaux pour tout outil, elle a découpé et sculpté avec une complaisance inépuisable des corniches, des tourelles, des palais, des châteaux-forts. La ligne ferrée se glisse au milieu de toutes ces merveilles, et parfois notre train rampe comme un vermisseau au pied d'un monument cyclopéen dont la masse hardie, s'élevant vers le ciel et surplombant la voie, semble vouloir l'écraser pour le punir de son audace. Pendant plusieurs heures nous restons dans ce pays enchanteur sans en être rassasiés, tant est grande l'infinie variété des aperçus.

Passé Green River, le paysage change d'aspect ; un nouveau terrain apparaît, qui se compose d'assises minces comme des feuilles. Il pleut très rarement dans ces régions, mais lorsqu'il pleut, ce sont de véritables torrents qui tombent du ciel et qui, entraînant les matériaux désagrégés pendant la période de sécheresse, scient littéralement les roches, découpent la falaise et en mettent à nu les assises dont les tranches apparaissent alors comme les feuillets d'un livre. D'où le nom de *Book Cliffs* donné à ces falaises. Notre train s'arrêta pour passer la nuit à Grand Junction, ce qui nous permit, dans la soirée, de visiter cette curieuse petite ville éclose dans le désert depuis cinq ans. Cela ne l'empêche pas d'avoir des tramways, la lumière électrique, des banques, et de pouvoir se payer une exposition de fruits, où l'on nous fit admirer des pêches monstrueuses provenant, grâce aux merveilles de l'irrigation, de terrains où, il y a deux ans à peine, on ne trouvait que des cactus et des broussailles. Dans toute cette région d'ailleurs, jadis déserte, les villes grandissent comme par enchantement grâce aux railways. Tel

est le cas pour Glenwood Springs, qui doit sa fortune au croisement de deux chemins de fer et à la présence de sources minérales chaudes et froides. On y a installé un superbe établissement de bains avec bassins de natation qui ne le cèdent en rien aux plus beaux du genre. Mais ce qui fait surtout le charme de Glenwood, c'est la beauté des environs. C'est là réellement que le chemin de fer recommence à grimper pour traverser la dernière chaîne des Rocheuses. On sort de Glenwood par une gorge où coule la rivière Grand. Creusée d'abord dans des rochers granitiques, cette gorge a près de 1000 mètres de profondeur et est si étroite qu'à peine y a-t-il place pour le chemin de fer. Une lumière blafarde arrive seule au fond, et jouant sur les parois bizarrement découpées, donne à la gorge un cachet de sauvage grandeur impossible à rendre. Plus haut, elle s'élargit, et se creuse dans des bancs de grès découpés en morceaux réguliers et prismatiques qui, empilés les uns sur les autres, simulent des monuments en pierre de taille. Plus haut encore, la vallée s'élargit tout à fait et perd tout caractère, puis on s'engage le long d'un tributaire, l'Eagle River.

Un peu passé le confluent, notre train stoppa pour nous permettre d'examiner à l'aise un curieux phénomène volcanique. Une nappe de lave, sortant d'un des flancs de la vallée, a coulé jusqu'au fond et là s'est étendue sur une grande longueur. La rivière, en se frayant un lit, traverse cette coulée de lave dans une sorte de chenal dont les parois montrent admirablement la structure de la roche. Celle-ci s'y présente déchiquetée, roulée en boules, montrant si nettement les mouvements tumultueux qui l'agitaient lors de sa sortie, qu'on la croirait prête à se remettre de nouveau en mouvement. D'ailleurs, la coulée paraît si fraîche que, sans la végétation qui recouvre sa surface, on croirait qu'elle est sortie d'hier.

Passé la coulée de lave, la vallée se rétrécit considérablement jusqu'à un endroit où existe une exploitation

minière très active. C'est le district minier de Red Cliff. Par suite de la configuration des lieux, ces mines se trouvent dans une position très bizarre et anormale. Les filons métallifères débouchent dans les parois de la vallée qui sont presque à pic; les bâtiments des mines sont littéralement accolés à la paroi du rocher et, vus d'en bas, paraissent comme des maisonnettes de jouets d'enfants. Le minerai est descendu dans des wagonnets qui glissent sur des câbles métalliques tendus entre la mine et le fond de la vallée. Chose curieuse, il y a dans ce district minier deux genres de mines bien différentes et superposées dans les flancs de la vallée. Les mines inférieures sont des mines d'or. Cet or se trouve dans des sortes de lentilles quartzeuses intercalées dans les quartzites cambriens. Les mines supérieures sont des mines d'argent, qui se présentent sous forme de lits de galène et de pyrite argentifère dans le calcaire carbonifère.

Après avoir jeté encore un dernier coup d'œil sur cette curieuse vallée de l'*Eagle,* où les mines ont remplacé les nids d'aigle, notre convoi recommence son ascension. La pente est si forte que, malgré les efforts de deux puissantes locomotives, à un moment donné notre train resta en panne. Pas moyen d'avancer; et pourtant il le faut bien, car il ne fait pas bon rester à ces hauteurs. On va essayer un dernier effort. Notre train recule d'un kilomètre ou deux en arrière. Là on commence à chauffer ferme, une noire fumée remplit toute la gorge, puis on s'élance avec une vitesse à tout casser; emportés par l'élan, nous dépassons le point critique. Plus loin, la route ne présente plus de difficultés; la vallée s'élargit considérablement, et l'on commence à sentir que l'on est à des altitudes inusitées. Il souffle une bise âpre et mordante, la végétation devient de plus en plus rare, les panoramas s'élargissent et prennent un caractère grandiose mais profondément désolé : nous sommes à la passe Tennessee, à 3175 mètres d'altitude et à un des points les

plus élevés du globe qu'atteignent les chemins de fer. A ces hauteurs, la construction des voies ferrées demande des installations particulières : c'est ainsi que sur plusieurs milliers de mètres on traverse un tunnel artificiel en bois destiné à protéger la voie contre les avalanches et l'accumulation de la neige. Sans cette précaution, la ligne serait inaccessible pendant plusieurs mois. Au delà de la passe, le railway longe le pied occidental de la chaîne Mosquito jusqu'à Leadville, où nous arrivâmes dans la soirée.

Rien de plus instructif qu'une visite dans cette ville minière, la plus grande productrice d'argent du monde depuis le déclin des mines du Comstock (Nevada). A voir cette cité de 20 000 habitants, avec ses édifices luxueux, ses rues éclairées à la lumière électrique, qui pourrait s'imaginer que l'on est à 3100 mètres d'altitude, et que tous les objets les plus nécessaires à la vie, charbon, provisions, etc., doivent venir de plus de 300 kilomètres ? Et pourtant, à voir l'animation de la rue, on devine que l'on est dans une ville d'affaires, dans une ville riche. Pénétrez dans l'arrière-place des cabarets, vous verrez devant des tables de jeu les piles de dollars des mineurs déguenillés, spectacle fréquent dans les villes minières. Née en 1860, la ville doit son existence à la présence des mines, aussi son développement a-t-il suivi toutes les phases de leur exploitation. La première ville fut bâtie par des pionniers qui exploitaient l'or des graviers des vallées voisines. Cette période dura très peu, et la ville disparut presque complètement jusqu'en 1878, où l'on découvrit l'existence de riches mines de plomb argentifère. On jugera de leur importance par ce fait qu'en treize ans ces mines ont produit pour 750 millions de francs.

Ces mines se trouvent dans des conditions particulières, dont il est aisé de bien se rendre compte grâce aux belles publications de M. S. F. Emmons. Une puissante assise de calcaire carbonifère couronne le sommet des collines

qui dominent la ville. Les bancs de cette roche sont le plus souvent très peu inclinés, et des nappes de porphyre se sont injectées dans ce calcaire, presque toujours parallèlement aux bancs. Or, les mines se trouvent toujours à la face inférieure de ces nappes de porphyre qui repose sur le calcaire. Là, le minerai constitue des amas ou poches très irrégulières, mais souvent de dimensions gigantesques (70 mètres de puissance). Ces poches creusées dans le calcaire s'évasent vers le haut et s'appliquent directement contre la face inférieure de la nappe de porphyre. Les choses se passent comme si des eaux métallifères avaient circulé dans la fissure de contact entre le porphyre et le calcaire, en remplaçant graduellement celui-ci molécule par molécule par du minerai de plomb. Parfois une ou deux branches de porphyre se détachent de la nappe principale et traversent le calcaire : chaque fois il peut y avoir du minerai à leur face inférieure; aussi voit-on quelquefois deux ou trois gîtes superposés. Le minerai est de la galène argentifère en profondeur; mais, circonstance qui a contribué à la prospérité des mines, ce minerai sulfuré, en approchant de la surface des collines, s'est oxydé sous les influences météoriques et transformé en cérusite, anglesite, etc., minerais beaucoup plus réductibles. Si l'on représente sur une carte les amas de minerais, on voit fréquemment que ces amas ou poches sont alignés suivant certaines directions et constituent ainsi comme des chenaux métallifères à côté desquels la face inférieure de la nappe de porphyre est stérile. Aussi, à côté de mines très riches, en voit-on qui ne valent absolument rien.

On exploite ces mines de deux façons. Jadis, à l'endroit où les amas viennent affleurer au flanc des collines, on creusait une galerie qui s'enfonçait dans la montagne en suivant l'inclinaison du gîte. Aujourd'hui on préfère partir du sommet de la colline avec des puits verticaux qui recoupent le gîte en profondeur.

Nous avons pu visiter une mine de Leadville ; et comme notre temps était compté, cette visite s'est faite la nuit. Des carrioles étaient venues pour mener au sommet des collines quelques courageux excursionnistes. Fréquemment nos chevaux essoufflés devaient s'arrêter pour reprendre haleine, car à ces hauteurs l'air est bien raréfié ; la température était très basse. Cette course dans la nuit avait quelque chose de méphistophélique ; nous circulions au milieu des charpentes qui se dressaient dans la brume comme les bras de spectres décharnés ; nos coursiers rendaient par les naseaux des jets de vapeur, et nous avions l'air de nous rendre au sabbat. Notre objectif était la mine *Eva and Minnie,* dont le directeur des travaux nous attendait. Sous sa conduite, nous visitâmes tous les tours et détours de la mine. Pour celui qui n'a jamais vu que les exploitations dans des filons minces, il serait difficile de s'imaginer l'aspect intérieur des mines de Leadville, où l'on finit par creuser des excavations gigantesques. Naturellement on ne peut songer à remblayer ces cavités ; aussi, pour empêcher les effondrements, est-on obligé d'employer un système tout particulier. Figurez-vous douze fortes poutres assemblées entre elles comme les douze arêtes d'un cube. On empile dans tous les sens ces cubes les uns sur les autres jusqu'à la voûte de la cavité, quelquefois sur 15 à 20 étages. On circule dans cette forêt de poutres sur d'étroites planches, non sans un sentiment de crainte, car une chute dans ces cavités serait aussi mortelle que dans un abîme. Néanmoins nous sommes tous revenus sains et saufs à la surface vers deux heures du matin. Quant aux dernières heures de la nuit, il est inutile de dire que nous les avons consciencieusement employées à dormir.

Pendant presque toute la journée du lendemain nous descendîmes, pour arriver enfin dans les grandes plaines du bassin du Mississipi. En quittant Leadville on passe d'abord près des lacs jumeaux (Twin Lakes), égarés à ces

altitudes, et dont l'eau pure et cristalline reflète comme dans un miroir la cime neigeuse des monts Mosquito. Après ces lacs, la route se poursuit à travers une succession variée de vallées tantôt étroites et encaissées, tantôt larges et ouvertes. La ville naissante de Salida, notamment, est située au milieu d'une de ces larges vallées si caractéristiques des Montagnes Rocheuses. Le fond de cette vallée, très uni, a plusieurs kilomètres de large et contraste vivement avec les montagnes à pic qui la bordent des deux côtés, surtout dans la chaîne des monts Sangre de Christo. Le trajet ne présente plus rien de bien saillant jusqu'au moment où l'on arrive à Parkdale, à l'entrée d'un des paysages les plus beaux que nous ayons vus de tout notre voyage. L'Arkansas, dont jusque-là la vallée était large et sans caractère, s'engage ici sur 16 kilomètres dans une gorge d'un caractère sauvage et imposant, la Gorge Royale.

Pour que l'on puisse bien jouir du paysage, la Compagnie du chemin de fer a eu l'heureuse idée d'organiser un train spécial avec wagons non couverts, appelés *Observation cars,* sortes de wagons à marchandises garnis de bancs. Le train marche très lentement et s'arrête même aux plus beaux endroits ; grâce à cela, on peut jouir pleinement de toutes les beautés de cette célèbre gorge, si inaccessible avant la création du chemin de fer que jamais l'homme n'y avait mis le pied, et qu'il fallait se contenter de l'admirer par en haut. Les parois de la gorge n'ont pas moins de 300 mètres de hauteur et sont formées de rochers à pic de gneiss sombre et verdâtre. D'énormes filons de pegmatite traversent à chaque pas le gneiss ; rien n'est étrange comme l'aspect de ces crevasses aux murailles d'un rose éclatant parsemé de larges écailles de mica resplendissant au soleil et découpées comme les remparts d'un château-fort. Au fond de la gorge, l'Arkansas promène en bouillonnant ses eaux d'un azur intense. Parfois, la gorge se rétrécissant, il accapare le passage à lui tout seul ; mais il

a trouvé à qui parler, et il a dû baisser pavillon devant l'audacieux génie des ingénieurs américains. On en jugera par ce fait. A un endroit le passage est tellement rétréci par les parois surplombant la rivière qu'il semblait n'y avoir aucun moyen de faire passer le railway. Mais les ingénieurs américains ne se découragent pas pour si peu : on a arc-bouté deux poutrelles appuyées sur le rocher, et au moyen d'une tringle en fer on y a suspendu le pont du chemin de fer, que l'on traverse naturellement avec une précaution toute particulière.

Les kilomètres passent si rapidement dans la Gorge Royale que l'on est tout surpris lorsque, les murailles s'ouvrant tout d'un coup, on débouche dans une large vallée, la tête encore toute pleine des merveilles qu'on vient de voir. Cette partie de la route laissera dans notre esprit des souvenirs ineffaçables ; et en songeant à toutes les choses remarquables que nous avons vues depuis le Lac Salé, nous ne nous étonnons plus que la Compagnie du chemin de fer *Denver and Rio Grande* intitule avec orgueil sa ligne : *The Scenic Line of the World* (la ligne scénique du monde). C'est réellement de ce côté que la traversée des Rocheuses se présente imposante et grandiose, et je ne saurais assez conseiller aux personnes qui se rendent en amateurs jusqu'au Lac Salé de choisir cette voie ; elles seront amplement dédommagées du détour qu'il y a par ce côté.

Au débouché de la Gorge Royale est assise, entre les montagnes, la jolie ville de Canyon City, pour laquelle ce brillant voisinage est un gage certain de prospérité. Ce n'est pas d'ailleurs la seule attraction qu'on y rencontre : tout contre la ville il y de nombreuses sources minérales de compositions très variées qui attirent une multitude de malades. Ces sources se trouvent tout à côté d'un bagne qui est chargé de leur entretien ; et c'est chose curieuse de voir la longue file des détenus en habit bleu venir épousseter tous les coins et recoins des

bâtiments des sources. Canyon City est également célèbre dans les fastes de la géologie. C'est là en effet que M. Walcott a découvert dans un grès rougeâtre une couche fossilifère renfermant les restes des plus anciens poissons connus. Nous avons pu visiter cet intéressant gîte fossilifère, situé contre la ville, et nous avons fait ample récolte de ces débris intéressants, qui sont de l'âge du silurien inférieur. Les couches jurassiques des environs de Canyon City sont aussi fameuses par les restes de vertébrés gigantesques que l'on y rencontre. Le musée géologique de la ville renferme notamment un fémur d'*Atlantosaurus* qui n'a pas moins de $2^{m},25$ de haut, ce qui pourra donner une idée de la grandeur de cet animal, le plus colossal peut-être de la création.

De Canyon City à Pueblo il n'y a rien de particulier à noter sur la route; on y traverse une rangée de collines aplaties, que l'on rencontre partout sous les premiers contreforts orientaux des Rocheuses. Pueblo est située dans la grande plaine du Mississipi, et renferme de nombreux établissements métallurgiques, où l'on travaille les minerais si variés que les montagnes des environs fournissent en abondance. Passé Pueblo, notre train remonte directement vers le nord jusque Colorado Springs, en longeant le pied des Rocheuses, mais on ne peut les saisir dans leur ensemble, car le chemin de fer en est trop rapproché.

Partant de Colorado Springs, un embranchement s'enfonce dans la montagne et mène à Manitou, le Spa des États-Unis. Coquettement blottie dans une jolie vallée, à plus de 1900 mètres d'altitude, et protégée de toutes parts contre les rayons du soleil par de hautes montagnes, Manitou, pourvue d'ailleurs de sources minérales froides, est devenue la résidence d'été favorite de ceux qui craignent les ardeurs caniculaires des plaines du Mississipi. Comme centre d'excursions, Manitou est du reste sans rivale dans l'ouest. Deux points attirent surtout la

foule des touristes : le *Jardin des Dieux* et le *Pike's Peak*, dont le sommet atteint l'altitude de 4312 mètres. Jadis l'ascension devait se faire à pied, non sans fatigue; aujourd'hui, grâce à l'établissement d'un chemin de fer à crémaillère du système Abt, l'excursion se fait en quelques heures avec la plus grande facilité. La gare de départ est au fond de la vallée de Manitou. La locomotive pousse devant elle le wagon, comme au Righi. La première partie du trajet se fait le long d'un torrent écumant dans une étroite ravine; on ne se douterait guère que l'on fait l'ascension d'une montagne, car la vue est limitée de toute part par des amoncellements de roches granitiques aux formes arrondies caractéristiques. Ce n'est qu'après trois quarts d'heure de montée que le paysage commence à s'ouvrir, lorsqu'on arrive dans une large vallée qui se creuse entre divers sommets de montagnes et dont un petit lac d'origine glaciaire occupe le fond. A ce moment, nous approchons de la limite de végétation, les conifères des régions inférieures ont disparu pour faire place à un arbrisseau rabougri, le tremble aux feuilles jaunes *(Aspen)*, que l'on retrouve partout à cette altitude et qui entoure le sommet des Rocheuses comme d'une ceinture dorée.

Bientôt, à un détour de la route, nous voyons apparaître devant nous l'objectif de notre voyage. Devant nos yeux se dresse une série de pics; parmi eux nous distinguons un cône trapu, ne paraissant pas plus élevé que les autres : c'est le Pike' s Peak. D'un coup d'œil nous embrassons la dernière partie de la voie ferrée, qui prend des pentes effrayantes et montant en spirale encercle le mont d'un ruban de fer. A mesure que nous avançons, nous voyons les pics voisins, tout à l'heure si orgueilleux, baisser successivement pavillon devant leur gigantesque rival; mais en même temps les excursionnistes, cédant à l'influence de la diminution rapide de la pression atmosphérique, se laissent, sans souci de la beauté du paysage, aller à un sommeil irrésistible et s'affaissent l'un après l'autre sur

leurs bancs. Quelques personnes plus délicates commencent même à perdre du sang par le nez et les oreilles ; et ce n'est qu'au moment où, après une heure et demie de montée, nous arrivons enfin au sommet que nous nous sentons ranimés par une âpre et mordante bise de montagnes. Nous nous élançons hors du wagon. Devant nous s'étend une surface plane de quelques centaines de mètres carrés qui forme le sommet du pic et est jonchée, comme à la suite d'un cataclysme, d'innombrables blocs de granit. Au milieu s'élève une maisonnette, jadis station météorologique du gouvernement, aujourd'hui bazar et auberge ; à côté, un monticule de pierres, du sommet duquel on jouit d'un des plus beaux panoramas de montagne qui se puisse voir. Le Pike' s Peak doit ce privilège à sa situation particulière. Sentinelle avancée de la chaîne du Front Range des Rocheuses, d'un côté elle domine l'immense plaine du Mississipi ; de l'autre côté, frappant contraste, l'œil ne découvre que vallées et montagnes. Tout l'État de Colorado est là, étalé devant nous comme une vaste carte géographique, où l'on peut à souhait reconnaître tous les traits de la structure du pays. A l'est s'étend la surface unie et monotone de la plaine du Mississipi, zébrée çà et là de rubans argentés qui dessinent le réseau fluviatile de la contrée ; à nos pieds Colorado Springs et au nord Denver, avec leurs rues à angle droit, paraissent comme des damiers jetés dans la prairie.

Du nord au sud et droite comme un *i*, la chaîne du Front Range se dresse subitement du sein de la plaine en passant par la montagne que nous foulons. Parallèlement au Front Range et à l'ouest court la chaîne du Park Range, de façon qu'entre les deux chaînes il y a comme une immense vallée. Trois petites chaînes transversales reliant les chaînes principales divisent cette vallée en plusieurs régions naturelles auxquelles les Américains donnent le nom de Parks : parcs gigantesques s'il en fut, grands comme des provinces. Du haut de notre observatoire aérien, toute cette

structure géographique se laisse deviner avec la plus grande facilité.

Ce qui frappe dès l'abord, c'est la différence qu'il y a entre les panoramas alpestres et ceux des Rocheuses. Dans les Alpes, tout est aigu, élevé et hérissé ; les vallées sont étroites et tortueuses, séparant à peine les montagnes qui semblent se presser les unes contre les autres. Ici rien de semblable : tout est émoussé, arrondi, trapu ; plus de pics sourcilleux ou d'aiguilles élancées ; les vallées sont larges et ouvertes, les arêtes tranchantes ; les aspérités vives ont partout disparu ; on devine que la main puissante du temps a passé par là. Et en effet, les Alpes n'étaient pas encore sorties des entrailles de la terre que déjà depuis de longues périodes les Montagnes Rocheuses dressaient vers le ciel leur masse imposante. Aussi, pendant d'innombrables années, elles ont eu à subir l'action des agents externes. S'acharnant sans relâche sur ces montagnes, les eaux, par leur travail séculaire, les ont nivelées pierre par pierre. Sous leur étreinte puissante, les pics se sont abaissés, les angles et les arêtes se sont émoussés, les crevasses se sont élargies. Quel merveilleux spectacle devaient offrir les Rocheuses aux premiers âges de leur histoire, lorsqu'elles gardaient encore la jeunesse et la fraîcheur de leurs formes ! Aujourd'hui les éléments leur ont enlevé leurs appas, ne laissant que leur puissante ossature qui nous frappe encore d'admiration. C'est une chose triste à dire : mais un jour les Alpes aussi seront dépouillées de leur parure par l'action implacable du temps, et elles ne pourront pas comme les Rocheuses racheter par la majesté des formes leur beauté fanée.

Toutes ces pensées un peu tristes nous occupaient pendant que notre train nous ramenait rapidement au pied de la montagne. Quatre heures avaient suffi pour cette excursion qui jadis demandait toute une journée de fatigue. Aussi, sans être prophète, peut-on prédire un brillant avenir à ce chemin de fer qui ne marchait alors que

depuis un an. Il est même étonnant qu'on ne l'ait pas construit plus tôt ; car, sauf la grande altitude à atteindre, le travail ne présentait guère de difficultés de tracé. C'est là un fait qui montre bien la différence qui sépare les Alpes des Rocheuses. Tandis qu'au Righi ce ne sont à chaque pas que tunnels, tranchées et viaducs, ici rien de tout cela : un ou deux ponts, quelques tranchées, et le plus souvent un simple palier à flanc de coteau.

Les plaisirs ne chôment pas à Manitou : le même jour nous eûmes encore une attrayante excursion en carriole au Jardin des Dieux. Une belle route, longeant le pied de la montagne, nous conduisit dans un vallon au nord de Manitou. A l'entrée de ce vallon, deux énormes rochers rouge-sang se dressent verticalement et forment comme le portique majestueux du Jardin des Dieux. Une fois passé ce portique, on entre dans le domaine de la fantaisie. On dirait que la nature, lâchant la bride à la folle du logis, a accumulé dans cet endroit ses produits les plus bizarres. Çà et là surgissent du sol les roches les plus fantaisistes : tantôt ce sont des aiguilles qui se dressent à plusieurs centaines de pieds de hauteur, ne tenant debout que par un miracle d'équilibre ; tantôt on croirait voir des monuments ou des cathédrales. Parfois même la pierre semble s'animer et prendre la forme d'animaux, de crapauds, d'éléphants. On voit aussi une roche en forme de poire posée sur son petit bout et que le moindre effort suffit à ébranler sur son piédestal rocheux. Représentez-vous toutes ces bizarres apparitions découpées dans une roche d'un rouge vif, le tout entouré d'un superbe amphithéâtre de montagnes : voilà le Jardin des Dieux.

En Amérique, les contrastes sont profonds et rapides. Aujourd'hui nous sommes dans le pays de la fantaisie, demain nous tombons dans les merveilles plus prosaïques de l'industrie. Denver est là qui nous attend. Plus rien dans l'opulente cité ne rappelle la misérable cahute qui seule se dressait à cette place en 1859. Du haut des

monuments de la ville on jouit vers l'ouest du plus splendide panorama de montagne qui se puisse voir. D'un coup d'œil on embrasse une chaîne de montagnes sur plus de 250 kilomètres ; on la voit, se dressant subitement, barrer tout à coup la plaine, bien digne du nom de Front Range qu'on lui a donné. C'est un spectacle superbe, mais qui, je pense, n'a guère pesé dans l'esprit des fondateurs de la ville. Ce qui fait surtout la fortune de Denver, c'est qu'elle est le débouché naturel des riches produits miniers du Colorado. Aussi avons-nous pu visiter à Denver deux établissements métallurgiques qui sont, dans leur genre, les plus grandioses des États-Unis. Dans le premier, appartenant à la *Grant's and Omaha Smelting Co,* on extrait l'argent de ses minerais par le plomb. Ces minerais sont fondus avec des minerais plombifères ; l'argent, par suite de sa grande affinité pour le plomb, s'allie à lui et donne un lingot riche en argent qui est expédié dans les États de l'Est ; là on sépare l'argent du plomb par les procédés ordinaires. Dans le second établissement, appartenant à la *Boston and Colorado Smelting Co,* on extrait l'argent de ses minerais par le cuivre au moyen d'un procédé compliqué qu'il serait difficile d'expliquer ici. Nous avons vu dans cette usine toute la production d'une année sous forme d'une muraille de briques en argent de 35 kilogrammes chacune et qui venaient justement d'être poinçonnées par la Monnaie. Il y avait là plus de cent fortunes miroitant sous nos yeux.

A Denver notre excursion se scindait en deux groupes. Un parti de trente intrépides, que n'effrayait pas la perspective d'un voyage dans le désert, partaient pour le sud vers le Grand Cañon du Colorado ; le gros des excursionnistes continuait sa marche vers New-York. Désireux de voir la plus grande merveille des États-Unis, je m'étais joint à la petite bande. Ce qui rendait surtout cette excursion attrayante, c'était la perspective de traverser des régions, les unes, comme le Nouveau-Mexique, intéres-

santes par le souvenir de l'occupation espagnole, les autres, comme l'Arizona, le pays le plus récemment colonisé des États-Unis, gardant encore comme un fumet de sauvagerie.

En quittant Denver, nous revînmes sur nos pas jusque Pueblo, puis de là nous prîmes la direction du sud-ouest pour atteindre la frontière du Nouveau-Mexique. Bientôt les noms anglais commencent à disparaître pour faire place à des noms espagnols qui indiquent que nous sommes dans une région jadis parcourue par cette race conquérante. Telle est par exemple Trinidad, bien connue aujourd'hui pour ses importantes mines de charbon. Ici, comme dans toutes les Montagnes Rocheuses, le charbon se rencontre en couches dans le terrain crétacé de Laramie; mais, tandis que généralement ailleurs ce charbon est plutôt du lignite, ici au contraire c'est un vrai charbon donnant un excellent coke. Ce fait est dû à la présence, dans la région de Trinidad, d'importantes masses de roches éruptives. Il y a même aux environs de la ville une couche de charbon transformée naturellement en coke.

De Trinidad on aperçoit distinctement, vers le nord-est, la terminaison d'une des chaînes des Rocheuses; mais ce qui frappe le plus, c'est de voir surgir brusquement deux pics jumeaux, les pics Espagnols, qui se dressent au-dessus du plateau comme deux phares solitaires. Lorsqu'on arrive dans le Nouveau-Mexique, on constate de tous les côtés les restes d'une ancienne activité volcanique. Ce ne sont que coulées et dykes de basalte ou de lave. Parfois cette lave forme une nappe au sommet des montagnes; ce sommet paraît alors parfaitement plat et prend dans la langue espagnole, si riche en termes géographiques spéciaux, le nom de *mesa* (table). Ici on en voit des quantités et de toutes les grandeurs. D'autres fois, la lave ou le basalte forment des dykes saillants comme des murailles. Tout cela se joint à la bizarrerie déjà suffisante par elle-même des

roches sédimentaires pour former un ensemble bien caractéristique des régions volcaniques. A Raton notamment, il y a une montagne d'un aspect étrange s'il en fut ; elle se dresse derrière la ville comme la silhouette festonnée d'un décor de théâtre. Passé Raton, le railway traverse une région désolée, sans eau et sans végétation, au milieu de montagnes aux tons grisâtres. Cette région était jadis la terreur des caravanes qui faisaient le commerce entre Santa-Fé et le Missouri ; aujourd'hui, grâce à la locomotive, on la traverse en quelques heures. Le chemin de fer ne passe malheureusement pas à Santa-Fé ; aussi nous n'avons pas pu visiter cette curieuse ville, la plus ancienne des États-Unis. On passe en effet à Lamy, d'où un embranchement de 60 kilomètres mène à Santa-Fé. Les autres villes n'ont guère gardé leur cachet espagnol : telle est Albuquerque par exemple, une vieille ville qui aujourd'hui a une physionomie tout anglaise. Dans les environs on voit cependant encore plusieurs vieilles églises appelées *Missions* et qui datent de la période espagnole. Ces églises, malgré leurs humbles proportions, montrent très bien les caractères architecturaux que présentent presque toutes les églises de l'Amérique espagnole.

Un des aspects spéciaux de ce pays est surtout dû au genre de construction. Les maisons, en effet, ne se composent que de simples cubes de maçonnerie, et encore cette maçonnerie est-elle toute particulière, étant formée de ce que l'on appelle là-bas des *adobes* ou briques en terre cuite au soleil. La pluie est si rare dans ces pays et le soleil si ardent que ce genre d'habitations résiste parfaitement bien. Les maisons, au reste, par leur teinte terreuse, ne se distinguent guère du sol et des rochers que par leur forme géométrique.

A l'est d'Albuquerque le chemin de fer traverse le Rio Grande del Norte sur un grand pont en fer. Le passage est réellement imposant, quoique pourtant à cette saison le fleuve soit presque à sec. Néanmoins cette grande vallée

plate, couverte d'une fine alluvion rougeâtre, décrivant une courbe majestueuse et bordée de montagnes bleuâtres produit un grand effet. De l'autre côté du fleuve, le *pueblo* (village) d'Isleta se trouve tout contre la voie ferrée; il est occupé par une tribu d'Indiens *mansos* (soumis) dont le seul moyen de subsistance aujourd'hui est la culture de vignes dont ils vendent les raisins aux voyageurs. Dès que l'on est passé sur la rive droite du Rio Grande, les traces de l'activité volcanique reprennent de plus belle. On se croirait en Auvergne ou dans l'Eifel. Tantôt ce sont des cônes parfaitement conservés avec leur cratère et leurs coulées, tantôt ce sont des nappes parfois énormes. Nous en avons suivi une pendant près de 60 kilomètres ; elle sort d'un petit cratère auquel sa couleur foncée a fait donner le nom de Tintero (encrier). Nous avons même vu quelque chose de plus rare encore : la cheminée par laquelle une coulée de lave s'est fait jour à la surface. Par suite de l'érosion, les roches sédimentaires qui entouraient cette cheminée ont été enlevées ; la lave qui remplissait la cheminée, plus résistante, est restée en saillie, ce qui nous permet aujourd'hui de l'étudier dans tous ses détails.

A Laguna il y a un *pueblo* indien tout contre la gare, ce qui nous a permis de l'examiner à l'aise. Rien de plus pittoresque que de voir tous ces cubes de maçonnerie rangés les uns dernière les autres et étalés sur un petit plateau rocheux. En voyant arriver notre bande, les habitants s'étaient sauvés dans leurs demeures. Nous ne savions trop que faire, car, dans la plupart des maisons, il n'y a pas de porte et on pénètre par la terrasse au moyen d'une échelle. Mais bientôt quelques têtes apparurent çà et là et, alléchés par quelques pièces de monnaie que nous leur tendions, les Indiens se décidèrent à se montrer et nous introduisirent chez eux. Rien de plus simple que l'ameublement de ces maisons : un large banc en pierre fait tout le tour de la place et sert à la fois de siège, de table et de lit. Aussi, notre visite fut-elle rapidement terminée;

d'autant plus qu'il règne là une odeur qui ne rappelle en rien celle de la rose.

Après avoir acheté aux Indiens les quelques colifichets qu'ils portaient sur eux, nous reprîmes notre place dans le train.

Jusqu'alors nous avions suivi la vallée du Rio Puerco, un tributaire du Rio Grande, et comme il avait plu la veille, cette rivière roulait des flots boueux rougeâtres qui lui ont valu son nom (porc); mais bientôt nous arrivâmes à la ligne de partage d'avec le bassin du Pacifique. La route se poursuit alors à travers une région très pittoresque et qui rappelle un peu celle des Mauvaises-Terres. Près du fort Wingate notamment, les roches sont découpées d'une façon très étrange, et l'on admire surtout la Navajo-Church près de la frontière de l'Arizona. Quelques stations plus loin nous sommes à Holbrook : c'est là que l'on descend pour aller visiter la célèbre forêt pétrifiée de l'Arizona, qui est à 50 kilomètres au sud. C'est de là que proviennent ces splendides troncs pétrifiés qui ont figuré à la dernière exposition de Paris et dont la beauté a fait tant de sensation. D'énormes tranches polies montraient parfaitement la structure interne de l'arbre admirablement conservée et imprégnée de cristaux aux reflets opalins. Nous n'avons pas eu le plaisir de visiter cette forêt, qui se trouvait trop en dehors de notre route ; mais à Holbrook une nuée de gamins, sautant intrépidement sur notre train, sont venus nous vendre pour quelques sous de jolis spécimens de ces curieux restes fossiles.

Il faisait nuit noire lorsque nous débarquâmes à Flagstaff, terminus de notre voyage en chemin de fer, et où allait commencer cette fois un voyage d'un nouveau genre. La transition est très brusque : il nous faut laisser là nos somptueux *sleepings-cars* et *dining-cars* pour nous lancer dans l'inconnu, coucher à la belle étoile et manger, comme on dit, de la vache enragée. Il nous reste une traite de 120 kilomètres à faire dans un pays absolument désert,

dépourvu de toute subsistance, manquant presque complètement d'eau. Mais telle était l'attraction qu'exerçait sur nous le Grand-Cañon que nous ne nous occupions guère de toutes ces difficultés, oubliant les obstacles devant la grandeur du but à atteindre. Une bonne partie de la matinée du lendemain se passa en préparatifs, en allées et venues pendant lesquelles nous fûmes le point de mire de tous les badauds de l'endroit, et l'objet de la sollicitude de quelques Indiens Navajos qui, la cigarette à la bouche, venaient nous proposer charitablement de nous céder leurs couvertures bariolées pour la modeste somme de 100 francs. Lorsque notre caravane se mit enfin en marche dans les rues de Flagstaff, elle présentait un aspect réellement macabre. Pour conducteurs, nous avions quelques individus à la mine peu rassurante, comme on en trouve toujours dans les pays de frontières. Leurs vêtements dépenaillés et les feutres rapés, quoique non pointus, qui couvraient leur tête, leur donnaient un grand air de ressemblance avec les personnages qui ont rendu célèbre la Calabre. Une partie de la bande des excursionnistes allait à cheval, le reste était entassé dans des pataches à l'aspect antédiluvien.

A notre tête se trouvait le major Powell, directeur du Service géologique des États-Unis, et dont le nom restera attaché à celui du Grand Cañon qu'il a tant contribué à faire connaître. On sait, en effet, combien d'obstacles la nature avait accumulé, avec un soin jaloux, autour de cette merveille incomparable. En 1540, pour la première fois, il avait été donné à un homme blanc, au colonel Coronado, d'admirer cette perle du désert. Puis, pendant deux siècles, jusqu'à l'expédition Ives, elle resta dans un tel oubli qu'en dehors de deux ou trois points distribués sur plus de 1000 kilomètres, on n'avait sur le cours du Colorado que des données fabuleuses et terrifiantes. Aussi fallut-il au major Powell un courage à toute épreuve pour se lancer, comme il le fit en 1869, avec quelques

canots, dans une navigation aventureuse, à travers un pays inconnu, au milieu de populations hostiles qui massacrèrent plusieurs de ses compagnons. Le récit de cette expédition, qui réussit contre toute attente, ne contribua pas peu parmi les amis de la nature à faire prendre au Grand Cañon la place qu'il mérite à si juste titre. Néanmoins les difficultés pour y parvenir étaient telles qu'avant notre arrivée une centaine de Blancs tout au plus avaient été assez heureux pour contempler les splendeurs du Grand Cañon. On comprendra donc avec quel enthousiasme nous quittâmes Flagstaff dans l'étrange équipage que l'on sait. La route, peu ou point frayée, gravit les obstacles avec un sans-gêne tout américain ; aussi n'allons-nous pas vite et avons-nous le loisir voulu pour admirer le paysage qui certes en vaut la peine.

Nous sommes ici dans une région toute spéciale et bien caractérisée. C'est un immense plateau très régulier, d'une altitude de plus de 2100 mètres, et qui recouvre une grande partie de l'Arizona. Sur ce plateau se dresse comme un géant, à 3900 mètres de hauteur, un volcan éteint, le mont San-Francisco, entouré de cônes secondaires qui semblent lui faire cortège et font ressortir sa masse imposante. C'est ainsi que l'on aime à se représenter une montagne, isolée, de forme régulièrement conique, se dressant dans sa majesté au-dessus de la plaine. Tandis que la cime du mont San-Francisco fait briller au soleil sa parure neigeuse, sur les flancs de la montagne s'étale une riche végétation arborescente, montrant admirablement les diverses zones végétatives. Quant au plateau, il est recouvert par une superbe forêt dont rien jusqu'alors n'aurait pu nous donner une idée. Au lieu d'un amas inextricable d'arbres comme sont toutes les forêts des Rocheuses, figurez-vous ici de petits bouquets de cinq ou six arbres disséminés çà et là au milieu d'un beau gazon, où surgissent par place quelques rochers, et vous aurez une idée d'une forêt de l'Arizona, ressem-

blant assez bien à un parc anglais. Ajoutez à cela que ces arbres sont des pins jaunes, dressant à plus de 30 mètres de hauteur leur tronc d'un rouge-brique et leur feuillage d'un vert sombre. Jetez derrière tout cela la masse superbe du mont San-Francisco comme fond de tableau, et vous comprendrez aisément le plaisir qu'il y a à se laisser traîner tout doucement dans cette nature enchanteresse.

Il vient un moment cependant où toutes les sollicitations de la nature ne peuvent plus lutter contre les tiraillements de l'estomac. Aussi c'est avec satisfaction que nous voyons donner le signal d'une halte. En un clin d'œil, toute la bande est étalée sur l'herbe. Les préparatifs ne sont pas fort longs : quelques jambons, de bonnes grosses miches, le tout assaisonné d'un robuste appétit, voilà plus qu'il n'en faut pour faire un joyeux lunch. Et à voir l'entrain avec lequel nos excursionnistes font disparaître ces victuailles, on n'est moins que rassuré pour la fin du voyage. Une bonne rasade d'eau pure comme coup de l'étrier, et nous voilà remis en route.

Notre chemin abandonne bientôt la zone des pins jaunes pour descendre dans une région moins élevée, la zone du pin pignon. A notre droite et à très peu de distance s'étend le désert du Petit-Colorado, auquel son sol rouge et bariolé a fait donner le nom de Désert peint. Ce désert s'étend jusqu'au pied du San-Francisco et est bordé d'une zone semi-aride dans laquelle ne croissent que les genévriers et le pin pignon dont l'amande comestible sert de nourriture aux Indiens.

En entrant dans cette zone, on sent que l'on a fait un pas vers le désert. Le sol tout à fait rocailleux ne peut plus nourrir que des arbrisseaux rabougris et malingres, et le paysage a pris un aspect grisâtre et désolé. En même temps le ciel, jusqu'alors si serein, sembla vouloir se mettre contre nous à l'unisson du paysage. C'est là un fait assez fréquent d'ailleurs en cette saison. Le San-Francisco, par sa masse et son isolement, semble attirer et retenir

autour de lui les nuées. Aussi fûmes-nous bientôt en pleine tourmente. Le vent, la pluie, la grêle, le tonnerre, rien ne manquait à la fête. Nos chevaux n'avançaient plus qu'avec peine et, sur ces entrefaites, l'obscurité ayant commencé à tomber, on décida de faire halte. Je n'oublierai jamais l'ahurissement qui s'empara des excursionnistes lorsque le chef-conducteur, nous montrant une sorte de terrain basaltique, nous dit : « Voilà votre gîte! » A ce moment, les éléments faisaient rage, et, à en juger d'après la mine de certains, il y en avait plus d'un qui aurait souhaité se trouver ailleurs. Mais nous n'étions pas là dans un hôtel où, lorsqu'on est mal casé, on peut demander à changer : ici il n'y avait pas de choix possible. Aussi, après un premier moment de surprise bien explicable, tout le monde se décide à faire contre mauvaise fortune bon cœur, et bientôt le campement présenta l'aspect le plus animé. De tous les côtés on abattait les arbres à grands coups de hache, et l'on élevait d'énormes bûchers dont la flamme s'éleva bientôt, attisée par les vents et les matières résineuses. Leurs lueurs blafardes brillant de toutes parts entre les arbres éclairèrent alors le spectacle le plus étrange. Quelques géologues brandissant des poêles à frire s'improvisèrent cuisiniers, disposant avec art leurs beefsteaks et graissant leurs poêles avec du thé pour remplacer le beurre qui manquait. Ils remplirent bientôt le camp d'odeurs appétissantes. Pendant ce temps, d'autres préparaient, sous le nom de café, une mixture passablement trouble. Ajoutez à cela des tranches de jambon fumé, de solides croûtons de pain, et vous aurez une idée de notre menu. Groupés autour des feux, tous nos hommes faisaient disparaître leur portion avec un appétit à faire tressaillir dans leur tombe les mânes des trappeurs de Gustave Aymard. Le dîner achevé, il fallut songer au coucher et tâcher de tirer le meilleur parti possible des deux grosses couvertures de voyage qui devaient nous tenir lieu à la fois de tente et de lit. La chose fut vite

faite : chercher une place pas trop encombrée de pierres au pied d'un genévrier, s'entendre avec un camarade pour se réchauffer mutuellement et pour disposer une couverture au-dessus de nous en guise de tente, tout cela ne demanda qu'un instant. Finalement, nous enveloppant dans une couverture, après avoir chargé une dernière fois nos foyers, nous nous endormîmes malgré le vent, la pluie et le tonnerre qui faisaient rage. Quant à moi, je ne sais si ce fut l'effet du grand air ou celui de la fatigue, mais je dormis parfaitement.

Le lendemain matin, à notre réveil, la pluie avait cessé de tomber, mais le vent soufflait avec force. En un clin d'œil nous fûmes sur pied, car notre lit de sybarite ne nous invitait guère à faire la grasse matinée. En attendant que nos conducteurs eussent rassemblé les chevaux et tout notre fourniment, nous examinâmes avec intérêt le pays environnant. Tout autour de nous se dressaient les restes d'éruptions volcaniques. Certains cônes, d'une régularité parfaite, étaient même d'une telle fraîcheur qu'on aurait dit que leur volcan n'était éteint que d'hier. On distinguait encore parfaitement leur cratère, égueulé d'un côté, par lequel s'échappait une coulée de lave rougeâtre paraissant subitement pétrifiée.

Notre étape de ce jour ne présenta rien de bien remarquable ; elle se poursuivit tout entière dans la zone des pins pignons, très peu accidentée, car nous avions laissé derrière nous le massif volcanique du mont San-Francisco. Le terrain, détrempé par l'orage de la veille, offrit un grand obstacle à notre marche ; aussi fûmes-nous encore contraints de faire une halte de nuit à quelques kilomètres du Grand Cañon.

Tous ces retards ne faisaient que rendre plus vif notre désir d'arriver à notre but, et c'est avec une impatience fébrile que nous franchîmes les dix derniers kilomètres qui nous en séparaient et qui ne présentent d'ailleurs aucun intérêt. C'est là, en effet, une chose curieuse

et qui contribue beaucoup à rendre si saisissant le Grand Cañon : on marche pendant des kilomètres sur un terrain plat et monotone, sans que rien fasse soupçonner qu'il y a aux environs une telle merveille. L'effet théâtral est ainsi puissamment ménagé ; même lorsque l'on n'en est qu'à quelques mètres, le bord se relève et il est impossible de rien voir. Aussi, c'est un coup de théâtre lorsque, se penchant avec prudence au bord de l'immense crevasse, on embrasse d'un seul coup d'œil la plus grande et la plus stupéfiante merveille qu'il soit donné à l'homme de voir. La pensée cesse de fonctionner, et un vertige inénarrable vous prend en face de ce sublime spectacle : tout cela est tellement en dehors de ce que nous avons déjà vu, que notre esprit confondu refuse de croire à la réalité de son existence et que l'on se prend à demander si l'on rêve ou si l'on est éveillé. Il semble que le Créateur se soit dit : « Je veux faire là quelque chose de grand, d'incomparable ; » il y a pleinement réussi. La première impression que l'on a, en effet, lorsque la pensée commence à se ressaisir, c'est une impression de grandeur. Cet abîme de 2000 mètres de profondeur et de 20 kilomètres de large au sommet se déploie devant nous en une courbe majestueuse de plus de 400 kilomètres. Mais en même temps que cette impression de sublime grandeur nous terrasse, nous nous sentons réconfortés par un ensemble de douces sensations produites sur nous par l'indicible beauté du paysage et par l'éclatante lumière qui le baigne et en fait délicieusement valoir l'exquise délicatesse. C'est à tel point que l'esprit hésite, ne sachant s'il doit donner la palme de ses sensations à la beauté ou à la grandeur. Le tout se confond dans une impression singulièrement exquise qui pénètre notre être. Nous nous sentons devenir comme meilleurs, une sève nouvelle circule dans nos veines ; notre pensée, se dégageant de ses liens matériels, plane sur les abîmes avec volupté.

Le Grand Cañon a tous les genres de beautés ; il plaît

autant par ses contrastes tranchés que par l'harmonie de ses formes. Au-dessus s'étend un ciel d'une sérénité implacable, dont la monotonie semble destinée à mieux faire valoir l'étonnante variété du Cañon. Le bord de la crevasse est d'une rectitude et d'une horizontalité parfaites ; mais une fois que l'œil quitte cette ligne, placée là comme un repère, il s'égare dans un chaos : un fourmillement de lignes, de lumières, d'ombres et de taches qui papillote devant nous ; ce n'est qu'au bout de quelque temps que l'œil s'habitue à ce spectacle et qu'on commence à distinguer les détails. On voit alors qu'en réalité c'est l'ordre dans le désordre ; les formes vagues prennent corps, des monuments entiers semblent sortir de la pénombre et se dresser tout édifiés devant nous. On distingue aisément toutes les strates horizontales qui composent la paroi de la crevasse et qui lui donnent son aspect typique. Ici c'est une assise de grès rouge qui reste droite comme une muraille; là c'est une assise de schiste gris tendre qui s'étale en talus. Souvent un banc plus dur s'avance en saillie et simule une corniche; un autre banc moins consistant se tient en retrait et, sur tout cela la nature, s'exerçant avec sa féconde imagination, a découpé des colonnades, fouillé des niches, ciselé des moulures. C'est comme cela que, travaillant sur ce champ immense, la nature, sublime architecte, a élevé des monuments qui confondent notre entendement. Dans leur admiration enthousiaste, les premiers explorateurs ont baptisé tous ces monuments des noms les plus pompeux et qui leur paraissaient les plus propres à rendre les sensations qu'ils éprouvaient. Ici c'est le temple de Vichnou, édifice immense qui se détache du flanc opposé de la vallée et dont l'architecture bizarre rappelle bien les proportions et le goût d'un temple hindou. Plus loin s'élèvent deux masses que le caprice de la nature a fait exactement pareilles. Plus loin encore nous croyons voir la silhouette du palais de justice de Bruxelles se profiler sur l'horizon, mais avec des dimensions

cent fois agrandies. Si nous jetons les yeux à notre gauche, nous voyons les parois de la crevasse, se rapprochant insensiblement, paraître enfin se rejoindre pour délimiter une gorge ténébreuse. A notre droite, au contraire, les flancs du Grand Cañon, s'écartant de plus en plus en décrivant une majestueuse courbe, circonscrivent un amphithéâtre romain aux proportions cyclopéennes. Nous voyons les assises qui forment les parois se déployer successivement en retrait les unes derrière les autres comme des gradins géants.

Chacun de ces gradins a son caractère propre. L'assise supérieure, formée d'un grès calcareux blanchâtre, se débite en morceaux prismatiques qui donnent à l'arête supérieure du Grand Cañon l'aspect festonné d'un rempart de place forte. Plus bas vient une assise parfaitement verticale de calcaire rouge, où le travail des eaux a creusé des niches énormes qui de loin simulent parfaitement les portiques sculptés de nos cathédrales gothiques. Le fond de la gorge est bordé d'une roche massive aux contours irréguliers, arrondis, qui de ses murailles puissantes enserre directement le cours du fleuve sans laisser le moindre intervalle. Du haut de notre observatoire aérien, nous apercevons par places au fond du cirque les méandres du fleuve; nous distinguons les flots rouges bourbeux qui lui ont valu son nom de Colorado (coloré), et nous percevons même comme un murmure lointain le grondement de ses eaux. Ce qui contribue encore à rendre plus varié le grand amphithéâtre du Cañon, c'est qu'une multitude de ramifications à crête dentelée se détachent de sa circonférence et viennent, comme autant de contreforts, mourir au fond de la cavité.

Pendant toute cette journée nous sommes restés à admirer les aspects si divers qu'offre le Grand Cañon. Au fur et à mesure que le soleil se déplace, des jeux de lumière se produisent, les ombres se déplacent, des détails jusqu'alors inaperçus surgissent tout à coup, et le panorama

ne reste pas un instant le même. Mais ce qu'aucune plume ne pourrait décrire, ce qu'aucun pinceau ne saurait rendre, c'est la lumière intense qui baigne le paysage. Pas une vapeur ne trouble la sérénité du ciel, et les rayons lumineux vont fouiller dans les moindres recoins, faisant ressortir les moindres détails avec un tel relief que nous sommes complètement trompés sur les distances. Il semble que l'on n'ait qu'à étendre le bras pour toucher le bord opposé de la gorge, qui est pourtant à 20 kilomètres de distance. Nous ramassons des pierres pour les jeter dans le fleuve, qui coule à 8 kilomètres de notre portée. Parfois, pour mieux plonger dans le gouffre, nous voulons gagner une crête avancée, et nous sommes tout étonnés, au bout d'une assez longue marche, de n'être pas avancés d'un pas dans la direction du but.

Nous avons eu ce soir-là le bonheur de jouir d'un admirable coucher de soleil dans le Grand Cañon. A mesure que le globe lumineux s'abaissait vers l'horizon, l'ombre s'épaississait dans le fond de la gorge; une brume bleuâtre, éthérée, montait, montait insensiblement de l'abîme et noyait tous les objets. Les couleurs vives, éclatantes et rougeâtres du paysage faisaient place à des tons grisâtres et tristes. Au moment où le soleil plongea définitivement derrière l'horizon, la crête de la falaise s'illumina d'un coup comme une ligne dorée tranchant sur l'obscurité qui avait envahi tout le fond. C'est dans des moments pareils que l'âme aime à se recueillir et à se replier sur elle-même. Pas un souffle de vent, pas un bruit ne trouble le silence et n'empêche d'entendre la grande voix de la nature.

Nous avons passé trois journées délicieuses près du Grand Cañon, heureux comme dans le Paradis terrestre. Nous avions complètement oublié le monde extérieur et les heures s'écoulaient comme dans un songe. En compagnie de quelques amis, nous passions notre temps à flâner au bord de l'immense crevasse, nous communiquant joyeusement les impressions qui se présentaient à nous à chaque pas

et que nous savourions en gourmets. Tantôt nos regards se portaient au fond de la crevasse et nous cherchions à pénétrer son secret ; tantôt nos regards se portaient autour de nous, sur l'étrange paysage qui nous environnait. Avec son ciel implacablement serein, son sol aride et rocailleux, ses cactus et ses yuccas, ce paysage d'aspect si bien mexicain ne cessait de nous étonner. Fréquemment, nous trouvions à nos pieds d'intéressants sujets d'étude, et des traces du passage d'anciennes tribus indiennes, sous forme d'instruments de pierre, de poterie ; j'ai même eu le plaisir de découvrir une superbe pointe de flèche à ailerons.

Pendant que nous errions ainsi au sommet du Grand Cañon en quête d'impressions, d'autres de nos camarades étaient en route pour descendre au fond. Sur les centaines de kilomètres de parcours du Cañon, il n'y a que deux ou trois endroits où l'on puisse descendre dans la crevasse, et justement un de ces points se trouve près de l'endroit où nous étions. Un sentier y a été tracé grâce à M. John Hance, un enthousiaste amant du Grand Cañon qui y réside depuis huit ans. Pendant l'été, il habite au sommet, et pendant l'hiver il transporte ses pénates au fond de la gorge, où il trouve la température des plaines tropicales du Mexique. Jusqu'à moitié chemin, le sentier est accessible aux mulets, et il y a là une cabane en pierre qui sert à abriter les ascensionnistes, car il ne faut pas moins de 48 heures pour la montée et la descente. Au delà de la cabane, le sentier n'est plus accessible qu'aux piétons ; il y a même plusieurs passages où, les parois étant à pic, il faut se laisser descendre au moyen de cordes et de crampons, quelquefois plusieurs centaines de pieds. Ce n'est qu'à la descente, paraît-il, que l'on peut se rendre compte de l'effrayante hauteur de certaines murailles qui, d'en haut, paraissent insignifiantes. En bas, ces énormes masses surplombantes semblent écraser l'homme de toute leur hauteur. Le spectacle le plus

curieux dont on jouit dans cette descente est celui que l'on a lorsqu'on arrive tout à fait au fond, dans l'étroite gorge où le fleuve coule à pleins bords. Les flots bourbeux du Colorado roulent avec une rapidité et un mugissement effrayants. Jusqu'à plus de 30 mètres au-dessus du niveau actuel du fleuve, les roches sont polies comme un miroir par l'action de la boue et du sable que charrie le fleuve dans les grandes crues.

Si le Grand Cañon présente déjà tant d'attraits pour le simple amateur des beautés de la nature, quel intérêt n'offre-t-il pas au géologue! Jamais occasion plus favorable de scruter les mystères de la terre ne s'est offerte ; la croûte terrestre, fendue comme d'un immense coup de lancette, nous dévoile sans réticence tous ses secrets. Sur près de 2000 mètres de hauteur, on voit à nu tous les terrains sans que la moindre végétation ou la moindre parcelle de terre viennent les obscurcir. Postés sur la crête du précipice comme dans un observatoire aérien, l'œil armé d'une bonne jumelle, nous détaillons sans fatigue toutes les couches. En bas, ce sont les strates de gneiss et de micaschiste, assises fondamentales de la croûte terrestre dans lesquelles est creusé le lit du Colorado. De là jusqu'au sommet, toute la série des terrains sédimentaires est représentée au grand complet, jusqu'au carbonifère inclusivement. On saisit sans peine les allures de ces terrains et leurs rapports mutuels. Les assises sont généralement horizontales, mais il y a néanmoins quelques plissements. On voit aussi distinctement des cassures qui mettent en présence des roches d'âge très différent. De nombreux filons de roches éruptives, granite et diabase notamment, traversent les assises sédimentaires. On comprend avec quelle avidité nous dévorions les moindres détails de cette coupe naturelle étendue devant nous. Malheureusement, il n'est si beau jour qui n'ait sa fin, et il faut bien s'arracher avec regret de ces lieux enchanteurs. Nos prosaïques conducteurs font

retentir l'air de leurs appels : c'est le moment de faire nos adieux au Grand Cañon du Colorado. Certes, les impressions mémorables que nous avons ressenties là ne sortiront jamais de notre souvenir. De l'avis de tous les excursionnistes, c'est là la plus belle chose que nous ayons vue en Amérique. La nature s'est surpassée pour produire ce chef-d'œuvre ; elle n'a rien fait de pareil ailleurs.

Notre voyage de retour ne s'accomplit pas dans les mêmes conditions que l'aller : nous n'avions plus l'enthousiasme du départ et, d'un autre côté, les provisions fraîches étant complètement épuisées, nous n'avions plus de spectacles grandioses pour servir de compensation. Par contre, nous commencions à devenir experts dans l'art de camper. Nous avions appris à élever des tentes présentables au moyen de nos couvertures et de quelques bois. Je me rappellerai toujours notre première nuit passée, en retournant, à Red Horse Spring. Nous avions trouvé là, abandonnée, une cabane de colon avec un jardinet où croissaient des salades et des pommes de terre, et nous avions résolu de nous payer un extra. Avec l'huile de nos sardines et le vinaigre de nos boîtes à conserves, nous avions préparé une salade improvisée. Puis, avec des pommes de terre cuites sous la cendre et quelques tranches de lard, nous avions confectionné le menu d'un festin de Balthazar. Un peu de farine délayée dans l'eau, roulée en boulettes et cuite sur la poêle, nous tenait lieu de pain, et je vous assure que les mâchoires ne chômaient pas. Cette vie de campement était d'ailleurs fertile en accidents, dont un surtout m'est resté en mémoire. Les excursionnistes qui faisaient route à cheval étaient toujours en avant, n'étant pas embarrassés par les bagages. Un soir, les chevaux qui traînaient nos carrioles étaient tellement fatigués qu'il fallut faire halte sans avoir rejoint l'avant-garde. Pendant la nuit, celle-ci dépêcha vers nous un éclaireur à cheval pour venir

chercher des provisions et des couvertures. Or, un de nos compagnons avait eu l'imprudence de se coucher à l'ombre d'un arbre, au lieu de se mettre dans la clarté des feux. Aussi, en entrant dans notre campement, le cheval alla-t-il passer sur le ventre de notre endormi. Celui-ci se réveilla en sursaut en poussant des cris épouvantables. En un instant, tous les dormeurs furent debout, croyant à une attaque d'Indiens ; tout le monde criait à la fois, on brandissait des torches au milieu des arbres ; tout cela formait un tableau qui aurait tenté le pinceau de Salvator Rosa.

Nétaient les privations que nous avions à subir, nous nous serions très bien faits à cette vie du désert où tout est matière à réflexion et à impression. Le réveil du camp présentait surtout un coup d'œil pittoresque. Déjà avant que le soleil parût, tout le monde était sur pied. On ranimait les feux mourants pour réchauffer ses membres engourdis par le froid de la nuit, puis chacun se mettait à préparer la gamelle. Pendant ce temps, on voyait le soleil se lever lentement au milieu d'un calme et d'un recueillement bien faits pour impressionner l'âme la moins accessible aux beautés de la nature. En présence de pareils spectacles, on comprend l'amour qu'éprouvent pour le désert les trappeurs et les coureurs de bois, on comprend la volupté qu'ils éprouvent à vivre là, se suffisant à eux-mêmes dans la plénitude de leurs forces.

Lorsqu'on avait rassemblé tous les bagages sur les carrioles, il fallait se mettre à la recherche des mules et des chevaux auxquels, la veille au soir, on avait mis la bride sur le cou, laissant à leur instinct le soin de trouver leur pitance. Aussi les rejoignait-on quelquefois à plus de 5 kilomètres du camp, et il fallait à nos conducteurs un flair d'Indien pour retrouver leur piste. Une grande partie de la matinée se passait dans ces recherches ; par suite, nos étapes n'étaient pas longues, et nous mîmes près de trois jours pour arriver à Flagstaff. En pénétrant dans le massif

des monts San Francisco, nous retrouvâmes la région des nuées et des vents. Cela nous valut le curieux spectacle d'une tempête de sable sur le désert du Petit-Colorado.

A un moment donné, le pays que nous traversions étant plongé dans l'obscurité par de profonds nuages, tout à coup, à travers une échappée entre deux cônes volcaniques, nous aperçûmes le désert vivement éclairé par les rayons du soleil. Un vent d'enfer, soufflant à la surface du désert, y soulevait des nuées de sable et de poussière rouge qui tourbillonnaient comme des langues de feu. A une certaine hauteur, ce nuage rutilant finissait, et on voyait la nappe supérieure secouée de mouvements tumultueux comme la surface d'une mer agitée. C'était un spectacle grandiose, mais que nous payâmes cher. Pendant toute la nuit, qui fut la dernière que nous passâmes à la belle étoile, le vent ne cessa de souffler en tempête, rabattant nos feux et enlevant nos couvertures. Au matin, la poussière tourbillonnait encore autour de nous, recouvrant notre pain et notre lard d'une couche épaisse que nous étions forcés d'avaler.

Heureusement, pour nous consoler, pendant que l'on faisait les préparatifs de départ, nous découvrîmes avec plaisir que nous avions dormi sur l'emplacement d'une ancienne station indienne. Au-dessus de notre campement, sur une petite terrasse volcanique, se voyaient les ruines d'un ancien *pueblo* indien. En un instant nous eûmes ramassé une jolie collection de pointes de flèche, de grattoirs, de couteaux, de hachettes, faits des matières les plus héréroclites, quartz, silex, jaspe, agate obsidienne, et travaillés avec une finesse étonnante. De là jusque Flagstaff nous ne fîmes qu'une étape, et ne nous arrêtâmes qu'une fois pour aller voir des rochers où l'on observe de curieuses peintures indiennes. Ces peintures représentent des scènes de chasse, des serpents enroulés, etc., d'un dessin très naïf. Elles sont produites en tapant à petits coups sur le rocher au moyen de petites pierres coloriées. On en trouve fréquemment dans ces régions.

Nous arrivâmes à Flagstaff, assez tard dans la nuit heureusement, car nous n'avions plus figure humaine. Depuis huit jours nous ne nous étions plus lavés ni déshabillés. Après avoir couché au pied des sapins, nos figures et nos mains étaient plaquées de taches de résine et nos cheveux remplis d'aiguilles de conifères. On comprendra aisément avec quelle volupté nous nous assîmes devant une table d'hôtel abondamment chargée et nous nous glissâmes dans des draps de lit bien blancs.

Avant de commencer définitivement notre voyage de retour, il nous restait une curieuse expédition à faire. On sait qu'il existe en abondance, dans tout le bassin du Colorado, des ruines d'habitations préhistoriques que les Américains appellent *cliff dwellings*. Ce sont des maisons juchées dans les parois à pic des innombrables cañons de la région. On manque complètement de renseignements sur les races qui ont habité ces maisons, et sur les causes qui les ont fait construire puis abandonner. Or, à 4 ou 5 kilomètres au sud de Flagstaff, dans le cañon de Coconini, on peut observer de curieux groupes de ces habitations.

Après avoir suivi pendant quelque temps une route plate et monotone dans la forêt, on arrive tout à coup et sans préparation au bord d'une gorge aux parois verticales de plus de 100 mètres de profondeur et aux méandres capricieux et pittoresques. Les flancs de cette gorge sont formés de bancs parfaitement horizontaux de calcaire sableux blanchâtre. En nous aidant, comme d'un escalier, des saillies de ces bancs calcaires, nous descendons jusqu'aux deux tiers de la hauteur, et là nous nous trouvons en face d'un étrange coup d'œil. Un gros banc très dur fait saillie dans l'escarpement ; juste au-dessous, il y a un banc marneux très tendre, d'environ $2^{m},50$ d'épaisseur. Ce banc a été évidé et creusé par les agents atmosphériques jusqu'à 3 ou 4 mètres de profondeur, donnant ainsi naissance à une sorte de corniche courant tout le long du

cañon et surplombée par le gros banc cohérent; le même phénomène se reproduit des deux côtés de la gorge. C'est cette corniche que les *cliff-dwellers* (habitants des falaises) ont bouché au moyen d'une muraille avec portes et fenêtres, ne laissant qu'un étroit passage par devant, pour la circulation. De petits murs transversaux divisent l'espace ainsi clôturé en maisons et en chambres. Grâce à leur situation et à la sécheresse du climat, ces habitations sont parfaitement conservées; on dirait qu'on les a abandonnées d'hier. On voit encore les cendres dans l'âtre, on retrouve les poteries ornementées, les outils de pierre, les meules à basalte pour écraser les graines et jusqu'aux cônes des sèchés de maïs, dont ils se nourrissaient. C'est un spectacle du plus haut intérêt que cette mystérieuse vallée avec ses demeures plus mystérieuses encore.

On trouve aussi près de Flagstaff de curieuses habitations préhistoriques spéciales à cette localité. Des peuplades inconnues ont creusé de leurs mains de rudimentaires demeures dans des assises de cendres volcaniques tendres. Comme les précédentes, ces demeures fournissent abondamment de la poterie et des instruments de pierre.

Mais l'heure a enfin sonné où il nous faut quitter toutes ces merveilles. Notre fidèle train nous attend et, impatient de sa longue station, il nous entraîne rapidement vers l'est. Au coucher du soleil nous disons un dernier adieu à la masse imposante du San Francisco, qui domine de toute sa hauteur la plaine unie à perte de vue.

Nous avons traversé rapidement les régions fertiles du Kansas, de l'Iowa, de l'Illinois, nous avons revu Chicago et son grand lac, puis, passant la frontière du Canada, nous avons admiré la région célébrée par Fenimore Cooper. Nous avons aussi eu le bonheur de jouir de l'inoubliable spectacle de la cascade du Niagara, tant vantée et si digne de sa réputation. De là, rentrant aux États-Unis, nous avons descendu le cours du poétique Hudson. Je ne m'arrêterai pas à décrire toutes ces merveilles si connues

et qui ont trouvé des chantres à la hauteur de leur mérite.

Le 8 octobre, nous arrivions à New-York, aussi frais et aussi dispos que le jour de notre départ, tant notre voyage s'était accompli dans d'incomparables conditions de confort. Nous rapportions avec nous une ample moisson de faits et d'observations qui, nous en sommes sûrs, ne sera pas perdue. Jamais il ne nous avait été donné d'examiner, sur une échelle aussi grandiose, les grandes lignes de la géologie et de la géogénie ; jamais nous n'avions pu scruter avec autant de facilité la structure générale d'un pays.

En terminant, ce m'est un devoir agréable de remercier tous ceux qui n'ont pas marchandé leur peine pour le succès de l'expédition. Je citerai, notamment, MM. Powell, Gilbert, Emmons, et tant d'autres membres du Service géologique des États-Unis, dont le dévouement a si bien contribué à rendre notre tournée agréable et fructueuse. Que ne puis-je citer aussi les noms de tous les citoyens des villes que nous avons traversées qui n'ont rien épargné pour nous faire apprécier, comme elle le mérite, la franche et cordiale hospitalité américaine !

X. Stainier.

LES FÊTES JUBILAIRES

DE

MM. HERMITE ET PASTEUR

I

L'Écriture nous enseigne que " les jours de l'homme sont de soixante-dix ans ". Il est donc bien naturel, lorsqu'un homme éminent va dépasser ce terme, si fort au-dessus de la moyenne habituelle des existences, et qu'il y arrive en pleine possession de son activité, que ses contemporains se plaisent à célébrer, avec un éclat particulier, cet épisode d'une vie bien remplie.

Deux fois de suite, dans l'espace de quatre jours, la France vient d'avoir cette bonne fortune, de pouvoir fêter le soixante-dixième anniversaire de savants de premier ordre, aussi distingués par le caractère que par les services rendus à l'avancement des connaissances humaines. Le premier en date est M. Hermite, le doyen vénéré des mathématiciens du monde entier, l'un des membres fondateurs de notre Société scientifique, à laquelle il n'a jamais marchandé les témoignages d'une sympathie qui est un de nos meilleurs appuis. Le 24 décembre 1892, dans la salle d'apparat de la nouvelle Sorbonne, à Paris, une assemblée d'élite se pressait pour faire à l'illustre savant la remise solennelle d'un médaillon de bronze, où M. Chaplain, l'habile sculpteur, a reproduit avec une saisissante fidélité le profil du maître.

Le Ministre de l'instruction publique, M. Dupuy, s'était fait un devoir de présider lui-même la fête. A ses côtés avaient pris place S. Exc. le Ministre plénipotentiaire de Suède et de Norvège,

apportant à M. Hermite le grand cordon de l'Étoile polaire (1), témoignage exceptionnel de l'intérêt que Sa Majesté suédoise a toujours accordé au progrès des études mathématiques; le recteur de l'Académie de Paris, M. Gréard; le directeur de l'Enseignement supérieur, M. Liard; le général commandant l'École polytechnique, le directeur des Études et une députation de ce grand établissement, dont M. Hermite était élève il y a un demi-siècle, et à la fortune duquel il a été longtemps associé comme examinateur d'admission et comme professeur; le directeur de l'École normale, reconnaissante à son ancien maître de conférences; les membres de la section de géométrie de l'Institut, MM. Jordan, Darboux, Poincaré, Appell et Picard, le dernier jouissant triplement, comme élève, comme gendre et comme confrère, de cette journée de triomphe; M. Schwartz, délégué de l'Académie de Berlin: l'illustre Pasteur, M. d'Abbadie, enfin tous ceux qui, au nom de diverses sociétés savantes, devaient s'associer plus directement à cet hommage public. Dans l'assistance figuraient de nombreux membres de l'Institut, ainsi que tout le personnel enseignant de la Sorbonne, où la féconde activité du maître continue à s'exercer pour le plus grand bien des mathématiques françaises.

Une excellente allocution de M. Darboux, parlant comme doyen de la faculté des sciences, fut suivie de la proclamation, faite par M. Jordan, du nom de toutes les corporations qui avaient envoyé des adresses ou des télégrammes. Puis M. Poincaré mit en lumière les traits principaux de la carrière scientifique de M. Hermite, n'oubliant pas de rappeler que le maître, non content de s'illustrer par des travaux personnels de premier ordre, avait, dans le cours de son enseignement, semé à profusion des germes destinés à fructifier entre les mains de ses meilleurs élèves.

M. Schwartz se fit, en français, l'interprète chaleureux des sentiments de l'Académie des sciences de Berlin. M. Vicaire donna ensuite lecture de l'adresse de la Société mathématique de France, et M. Bichat, doyen de la Faculté des sciences de Nancy, exprima, dans un langage ému, les vœux que la Lorraine était fière d'adresser à l'un de ses plus illustres enfants. M. d'Abbadie se leva à son tour, à la fois comme président de l'Académie des sciences et comme délégué de l'Académie pontificale des Nuovi Lincei.

(1) Le cordon de l'Étoile polaire n'avait jusqu'à présent que deux dignitaires en France : le Président de la République et M. Pasteur.

Alors M. Hermite, avec une simplicité touchante, remercia, sans oublier personne, tous ceux de qui il avait reçu quelque témoignage. Modeste comme il a toujours été, il semblait, à l'entendre, que le sceptre des hautes mathématiques dût passer de ses mains dans celles de ses confrères plus jeunes. Heureusement le Ministre de l'instruction publique était là pour empêcher qu'on pût s'y méprendre. Avec une véritable éloquence, il joignit aux hommages exprimés celui que les pouvoirs publics tenaient à rendre à un homme qui est la personnification même de l'honneur et du désintéressement " Chez vous, je le sais, l'homme vaut le savant, „ pouvait-il dire aux applaudissements de la salle entière ; et les acclamations redoublèrent quand, à la fin d'une chaude péroraison, conçue dans la belle langue des grands écrivains français, M. Dupuy remit au doyen des mathématiciens la croix de grand officier de la Légion d'honneur. Chacun se sentait réconforté de voir cette distinction, dont il avait été si souvent parlé depuis quelques jours à propos d'une triste personnalité financière et politique, conférée cette fois à un homme si digne de la porter.

A la fin de la séance, tous se firent un devoir de défiler devant le héros de la fête. Il est à peine besoin de dire que le délégué de la Société scientifique de Bruxelles n'eut garde d'y manquer ; car il avait cette bonne fortune de pouvoir offrir du même coup à M. Hermite, avec les vœux reconnaissants de notre Société, ceux de l'Institut catholique de Paris, joints aux souhaits personnels d'un ancien polytechnicien qui, trente-quatre ans auparavant, subissant devant l'éminent maître l'examen d'admissibilité à l'École, avait eu grandement à se féliciter de la bienveillance de son juge.

Une copie de l'Adresse de la Société scientifique (1), rédigée par M. Mansion, et signée à la fois du Président et du Secrétaire, avait été remise à M. Jordan et jointe au volumineux dossier des manifestations similaires.

***

Trois jours après cette fête, le grand amphithéâtre de la Sorbonne ouvrait ses portes à une foule avide de rendre le même hommage à M. Pasteur. Naturellement, la seconde cérémonie a eu beaucoup plus d'éclat que la première. D'une part, les

(1) Voir plus loin le texte de cette adresse.

mérites d'un mathématicien, quelque éminent qu'il puisse être, sont condamnés à être ignorés du plus grand nombre. D'autre part, le retentissement des travaux de M. Pasteur a été tel, grâce aux applications de tout genre qu'il a su faire de ses découvertes à la fortune et à la santé publiques, que le jubilé d'un tel homme prenait nécessairement les proportions d'une fête nationale.

Ce caractère a été nettement indiqué par la présence du Président de la République. C'est au bras de M. Carnot que le grand savant a fait son entrée. Déjà grand-croix de la Légion d'honneur, il ne pouvait recevoir aucune distinction nouvelle. En servant de soutien à ses pas chancelants, en le pressant dans ses bras à l'issue de la cérémonie, le Président de la République a montré quelle place légitime l'illustre auteur des théories microbiennes occupe dans l'estime et la reconnaissance du pays.

Nous n'entreprendrons pas de raconter ici les détails d'une fête dont le récit a rempli tous les journaux. On sait que, cette fois encore, le Ministre de l'instruction publique a prononcé un éloquent discours; que M. Joseph Bertrand, l'éminent secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, a exprimé les vœux de la savante compagnie dans ce langage délicat dont il a le secret; enfin que M. Pasteur, dominé par l'émotion, a dû faire lire par son fils la réponse qu'il avait préparée.

Si la Société scientifique de Bruxelles n'avait pas de représentant officiel à cette cérémonie grandiose et touchante, elle s'y est du moins associée du fond du cœur. Sa devise s'accorde bien avec les magnifiques protestations de spiritualisme que M. Pasteur a plus d'une fois fait entendre, et qui ont reçu, dans son discours de réception à l'Académie française, une expression si éloquente. Rien n'est réconfortant comme le spectacle d'une vie consacrée tout entière à l'étude et à la recherche, et finissant par forcer l'admiration même des adversaires les plus acharnés. A l'heure où tant de tristes symptômes révèlent les graves maladies de notre état social, on aime à oublier un instant les manieurs d'argent et les sensualistes cupides, pour contempler ces belles existences où il n'y a d'autre souci que la passion de l'honneur, de la vérité et du bien public!

A. de Lapparent.

II

Voici, pour ceux de nos lecteurs qui n'ont pu consulter les journaux français des derniers jours de 1892, quelques détails complémentaires sur la manifestation Pasteur, empruntés à la *Nature* du 31 décembre 1892 et à la *Revue scientifique* du 7 janvier 1893.

La médaille qui a été offerte à M. Pasteur est rectangulaire ; elle est l'œuvre de l'un des sculpteurs français les plus distingués, M. O. Roty. Elle mesure environ 7 centimètres de hauteur. Sur la face, M. Pasteur est représenté de profil ; la ressemblance est parfaite, la sculpture est vigoureuse et énergique. Une inscription entoure le profil : LOUIS PASTEUR | NÉ A DÔLE, LE XXVII DÉCEMBRE | M.D.CCC.XXII. Au-dessous sont gravés les mots suivants : POUR. LA.SCIENCE.LA.PATRIE. | L'HUMANITÉ.—Le revers porte l'inscription: A PASTEUR | LE.JOUR.DE.SES.70.ANS | LA.SCIENCE | ET.L'HUMANITÉ | RECONNAISSANTES | XXVII | DÉCEMBRE | MDCCCXCII.

Ce souvenir artistique a été remis à M. Pasteur par le Président de l'Académie des sciences, M. d'Abbadie. Des discours ont été prononcés par MM. Ch. Dupuy, ministre de l'instruction publique, d'Abbadie, J. Bertrand, Daubrée, de l'Académie des sciences, Lister, l'illustre chirurgien anglais, Bergeron, secrétaire perpétuel de l'Académie de médecine, Sauton, président du conseil municipal de Paris, Brouardel, doyen de la Faculté de médecine. Les délégués des académies, universités et sociétés savantes étrangères ont ensuite défilé devant M. Pasteur, lui remettant des adresses, des registres de signatures et des médailles. M. Ruffier, maire de Dôle, a offert à l'illustre savant un album renfermé dans un écrin aux armes de la ville et contenant un *fac simile* de son acte de naissance, ainsi que la photographie de la maison où il est né.

M. Pasteur, dont les larmes traduisaient l'émotion, a chargé son fils de lire son allocution.

Les discours des divers savants qui ont pris la parole dans cette séance mémorable esquissent l'enchaînement merveilleux des découvertes de M. Pasteur, depuis ses recherches sur l'hémiédrie des cristaux, qui touchent à la géométrie, jusqu'à la théorie microbienne qui révolutionne la médecine et la chirurgie. Ils ont fait ressortir les services rendus par Pasteur à la science, à sa patrie et à l'humanité, par ses études sur les fermentations, le vin, la bière, les générations spontanées, les maladies des vers

à soie, le charbon, la rage, etc. La place nous manque pour reproduire tous ces discours. Nous nous contentons de citer celui où M. Lister, dans une langue incorrecte mais originale, apprécie l'œuvre principale de Pasteur ; une partie de celui de M. Ruffier, qui fait connaître l'homme dans le savant; enfin la réponse de M. Pasteur.

Discours de M. Lister.

Monsieur Pasteur,

Le grand honneur m'a été accordé de vous apporter l'hommage de la médecine et de la chirurgie.

Vraiment il n'existe dans le monde entier aucun individu auquel doivent plus qu'à vous les sciences médicales.

Vos recherches sur les fermentations ont jeté un rayon puissant qui a illuminé les ténèbres funestes de la chirurgie et a changé le traitement des plaies d'une affaire d'empirisme incertain et trop souvent désastreux dans un art scientifique sûrement bienfaisant. Grâce à vous, la chirurgie a subi une révolution complète, qui l'a dépouillée de ses terreurs et a élargi presque sans limites son pouvoir efficace; la médecine ne doit pas moins que la chirurgie à vos études profondes et philosophiques. Vous avez levé le voile qui avait couvert pendant les siècles les maladies infectieuses : vous avez découvert et démontré leur nature microbienne. Grâce à votre initiative et, dans beaucoup de cas, à vos propres travaux spéciaux, il y a déjà une foule de ces désordres pernicieux dont nous connaissons complètement les causes : *Felix qui potuit rerum cognoscere causas.*

Cette connaissance a déjà perfectionné d'une façon surprenante le diagnostic de ces fléaux du genre humain et a indiqué la route qu'il faut suivre pour leur traitement prophylactique et curatif.

Dans cette route, vos belles découvertes de l'atténuation et renforcement des virus et des inoculations préventives, servent et serviront toujours comme étoiles conductrices.

Comme illustrations éclatantes, je puis signaler vos travaux sur la rage. Leur originalité était si frappante, aussi bien dans la pathologie que dans la thérapie, que beaucoup de médecins se sont d'abord méfiés de vous. Est-il possible, se disaient-ils, qu'un homme qui n'est ni médecin ni biologiste puisse nous instruire sur une maladie sur laquelle se sont exercées en vain les plus belles intelligences de la médecine ?

Quis novus hic nostris successit sedibus hospes?

Pour moi, je connaissais trop bien la clarté de votre génie, le soin scrupuleux de vos inductions et votre honnêteté absolue, pour que j'aie pu partager pour un moment de tels sentiments ignobles. Ma confiance a été justifiée par l'événement. Avec l'exception insignifiante de quelque peu d'ignorants, tout le monde reconnait maintenant la grandeur de ce que vous avez achevé contre cette maladie terrible. Vous avez fourni un diagnostic qui dissipe à coup sûr les angoisses d'incertitudes qui hantaient autrefois celui qui avait été mordu par un chien sain, soupçonné de la rage. Rien que cela aurait bien suffi pour vous assurer la gratitude éternelle de l'humanité. Mais par votre système merveilleux d'inoculations antirabiques, vous avez su poursuivre le poison après son entrée dans le système et l'y vaincre.

Monsieur Pasteur, les maladies infectieuses constituent, vous le savez, la grande majorité des maladies qui affligent le genre humain. Vous pouvez donc bien comprendre que la médecine et la chirurgie s'empressent, à cette occasion solennelle, de vous apporter l'hommage profond de leur admiration et de leur reconnaissance.

Discours de M. Ruffier.

... Vous avez su conserver, comme un dépôt sacré, le culte du foyer paternel. Nous en avons été les témoins émus dans cette grande journée du 14 juillet 1883, où notre vieille cité dôloise, toujours jalouse de la gloire de ses enfants, inaugurait cette modeste plaque commémorative de votre naissance sur l'humble maison où vos parents avaient vécu.

Nous avons entendu avec quelles touchantes paroles vous célébriez leurs rudes labeurs, leur inaltérable dévouement, leurs qualités persévérantes qui font les vies utiles, leurs enthousiasmes qui vous ont appris à confondre dans un même amour la grandeur de la science et la grandeur de la patrie; c'était à eux que votre piété filiale reportait tous les hommages rendus à votre talent. Nous avons vu votre profonde émotion, vos pleurs et vos sanglots entrecoupant votre voix au souvenir de vos chers disparus; et cette religion de la famille, encore si vivace et si entière après tant d'années parcourues, nous a touchés jusqu'au fond de l'âme et nous a laissé d'inoubliables souvenirs.

C'est sous l'inspiration de ces sentiments si profondément humains que nous vous apportons, à l'occasion de votre soixante-dixième anniversaire, une reproduction photographiée de votre acte de naissance, où vous retrouverez la signature de votre honorable père, et aussi l'image de cette petite maison, — comme vous vous plaisiez à l'appeler, — berceau de votre enfance, où vous avez vécu vos premiers ans...

Réponse de M. Pasteur.

Monsieur le Président de la République,

Votre présence transforme tout : une fête intime devient une grande fête, et le simple anniversaire de la naissance d'un savant restera, grâce à vous, une date pour la science française.

Monsieur le Ministre,
Messieurs,

A travers cet éclat, ma première pensée se reporte avec mélancolie vers le souvenir de tant d'hommes de science qui n'ont connu que des épreuves. Dans le passé, ils eurent à lutter contre les préjugés qui étouffaient leurs idées. Ces préjugés vaincus, ils se heurtèrent contre des difficultés de toute sorte.

Il y a peu d'années encore, avant que les pouvoirs publics et le Conseil municipal eussent donné à la science de magnifiques demeures, un homme que j'ai tant aimé et admiré, Claude Bernard, n'avait pour laboratoire, à quelques pas d'ici, qu'une cave humide et basse. Peut-être est-ce là qu'il fut atteint de la maladie qui l'emporta. En apprenant ce que vous me réserviez ici, son souvenir s'est levé tout d'abord devant mon esprit : je salue cette grande mémoire.

Par une pensée ingénieuse et délicate, il semble que vous ayez voulu faire passer sous mes yeux ma vie tout entière. Un de mes compatriotes du Jura, le maire de la ville de Dôle, m'a apporté la photographie de la maison très humble où ont vécu si difficilement mon père et ma mère.

La présence de tous les élèves de l'École normale me rappelle l'éblouissement de mes premiers enthousiasmes scientifiques.

Les représentants de la Faculté de Lille évoquent pour moi mes premières études sur la cristallographie et les fermentations qui m'ont ouvert tout un mondenouveau. De quelles espérances

je fus saisi quand je pressentis qu'il y avait des lois derrière tant de phénomènes obscurs !

Par quelle série de déductions il m'a été permis, en disciple de la méthode expérimentale, d'arriver aux études physiologiques, vous en avez été témoins, mes chers confrères. Si parfois j'ai troublé le calme de nos Académies par des discussions un peu vives, c'est que je défendais passionnément la vérité.

Vous enfin, délégués des nations étrangères, qui êtes venus de si loin donner une preuve de sympathie à la France, vous m'apportez la joie la plus profonde que puisse éprouver un homme qui croit invinciblement que la science et la paix triompheront de l'ignorance et de la guerre, que les peuples s'entendront, non pour détruire, mais pour édifier, et que l'avenir appartiendra à ceux qui auront le plus fait pour l'humanité souffrante. J'en appelle à vous, mon cher Lister, et à vous tous, illustres représentants de la science, de la médecine et de la chirurgie.

Jeunes gens, jeunes gens, confiez-vous à ces méthodes sûres, puissantes, dont nous ne connaissons encore que les premiers secrets! Et tous, quelle que soit votre carrière, ne vous laissez pas atteindre par le scepticisme dénigrant et stérile, ne vous laissez pas décourager par les tristesses de certaines heures qui passent sur une nation. Vivez dans la paix sereine des laboratoires et des bibliothèques. Dites-vous d'abord : Qu'ai-je fait pour mon instruction? Puis, à mesure que vous avancerez : Qu'ai-je fait pour mon pays? jusqu'au moment où vous aurez peut-être cet immense bonheur de penser que vous avez contribué en quelque chose au progrès et au bien de l'humanité. Mais, que les efforts soient plus ou moins favorisés par la vie, il faut, quand on approche du grand but, être en droit de se dire : J'ai fait ce que j'ai pu.

Je vous exprime ma profonde émotion et ma vive reconnaissance. De même que, sur le revers de cette médaille, Roty, le grand artiste, a caché sous des roses la date si lourde qui pèse sur ma vie, de même vous avez voulu, mes chers confrères, donner à ma vieillesse le spectacle qui pouvait la réjouir davantage, celui de cette jeunesse si vivante et si aimante.

III

Nous empruntons à la *Revue générale des sciences* du Dr Olivier (t. II, n° 24, 31 décembre 1892) le texte de la belle adresse de M. Poincaré à M. Hermite, et nous la faisons suivre de celle de la *Société scientifique de Bruxelles.*

Adresse de M. H. Poincaré à M. Hermite.

Cher et illustre Maitre,

A l'occasion de votre soixante-dixième anniversaire, nous désirons vous offrir un témoignage de notre reconnaissance et aussi de notre respectueuse admiration pour tant de beaux travaux accumulés pendant un demi-siècle.

Depuis cinquante ans, en effet, vous n'avez cessé de cultiver les parties les plus élevées de la science mathématique, celles où règne le nombre pur : l'analyse, l'algèbre, l'arithmétique.

Toutes trois vous doivent d'inestimables conquêtes.

A une époque où l'importance des fonctions abéliennes commençait seulement à être soupçonnée, après Jacobi, Rosenhain et Göpel, mais avant les grands travaux de Weierstrass et de Riemann, paraissait votre mémoire sur la division de ces transcendantes à peine connues. Quelques années après, vous publiiez votre mémorable travail sur leur transformation.

En même temps, vous faisiez vos premières découvertes sur la théorie naissante des formes algébriques et, attaquant successivement toutes les questions intéressantes de l'arithmétique, vous agrandissiez et vous éclairiez d'une lumière nouvelle l'admirable édifice élevé par Gauss.

La théorie des nombres cessait d'être un dédale, grâce à l'introduction des variables continues sur un terrain qui semblait réservé exclusivement à la discontinuité.

L'analyse, sortant de son domaine, nous amenait ainsi un précieux renfort.

On peut dire, en effet, que le prix de vos découvertes est encore rehaussé par le soin que vous avez toujours eu de mettre en évidence l'appui mutuel que se prêtent les unes aux autres toutes ces sciences en apparence si diverses.

C'était l'arithmétique qui recueillait les premiers fruits de cette alliance ; mais l'analyse en devait aussi largement profiter.

Vos groupes de transformations semblables n'étaient-ils pas, en effet, des groupes discontinus, et ne devaient-ils pas engendrer des transcendantes uniformes, utiles dans la théorie des équations linéaires?

Pour la même raison vous deviez être séduit par les propriétés des fonctions elliptiques et par cette facilité presque mystérieuse avec laquelle on en déduit des théorèmes arithmétiques.

L'étude de la transformation et celle des équations modulaires vous ont fourni une riche moisson de découvertes. Vous y rattachiez d'abord le problème du nombre des classes, qu'abordait en même temps un savant dont l'Europe déplore la perte récente (1); puis la résolution de l'équation du cinquième degré, cette belle conquête dont l'algèbre est redevable à l'analyse.

Enfin vous y trouviez l'occasion de montrer la véritable nature de la fonction modulaire, qui devait devenir le premier type de toute une classe de transcendantes nouvelles.

Sans vouloir tout citer, nous ne pouvons cependant passer sous silence vos travaux sur la généralisation des fractions continues. Ces recherches, qui vous ont occupé toute votre vie, ont été couronnées par votre Mémoire sur le nombre e et par la création d'une méthode élégante et féconde dont on s'est servi depuis pour établir l'impossibilité de la quadrature du cercle, cette vérité depuis si longtemps soupçonnée et récemment démontrée.

Uniquement épris de science pure, vous vous êtes rarement préoccupé des applications; mais elles vous sont venues par surcroît. On ne peut, en effet, oublier combien votre bel ouvrage sur l'équation de Lamé, en dehors de son immense fécondité analytique, a été utile aux Mécaniciens et aux Astronomes.

Mais il faut nous arrêter, car il ne nous appartient pas de rappeler tout ce que la science vous doit; nous pouvons parler du moins de ce que nous vous devons.

Votre enseignement si clair et si élevé, vos écrits si profonds et si suggestifs nous ont appris à comprendre la science. L'exemple de votre vie, qui lui a été consacrée tout entière, la chaleur de votre parole dès qu'il s'agit d'elle, nous ont appris à l'aimer et comment il faut l'aimer.

Ces idées que vous avez semées sans y penser, quand nous les retrouvons ensuite, et que nous nous efforçons d'en tirer tout ce qu'elles contenaient, vous seriez tenté d'oublier qu'elles sont à

(1) L. Kronecker.

vous. Mais nous, nous ne l'oublions pas; et ce n'est pas vrai seulement de ceux d'entre nous qui ont eu la bonne fortune de suivre vos leçons. Ceux aussi qui n'ont subi votre influence que de loin et indirectement n'ignorent pas quel en est le prix et sont également pénétrés de reconnaissance.

Indifférent à la gloire qui vous est venue sans que vous l'ayez cherchée, nous espérons toutefois que vous connaissez trop bien la sincérité de nos sentiments pour repousser ce modeste témoignage de notre respect.

Adresse de la Société scientifique de Bruxelles.

Monsieur,

La *Société scientifique de Bruxelles,* créée en 1875 sous la devise : *Nulla unquam inter fidem et rationem vera dissensio esse potest* (Conc. Vat.), vous compte au nombre de ses fondateurs, et vous lui avez donné, dès ses débuts, une marque précieuse de sympathie en insérant, en tête du Recueil de ses travaux, votre Mémoire *Sur un exemple de réduction d'intégrales abéliennes aux fonctions elliptiques.*

C'est donc pour elle, à la fois, un honneur et un devoir de reconnaissance de s'associer à l'hommage qui vous est rendu en ce jour mémorable par l'élite du monde mathématique.

Il y a plus d'un demi-siècle, vous débutiez dans la science par vos immortelles lettres à Jacobi sur la division des fonctions abéliennes. Dans les vingt ans qui suivirent, vous n'avez cessé d'explorer les parties les plus abstruses des mathématiques pures, comme l'attestent vos découvertes dans le domaine des formes quadratiques, vos recherches sur l'équation du cinquième degré, sur la théorie des substitutions, sur celle des fonctions elliptiques et ultraelliptiques, etc., etc. Vous avez montré que dans cette partie élevée de la science, la Théorie des nombres, l'Algèbre et l'Analyse infinitésimale se touchent, se compénètrent et se confondent pour ainsi dire aux yeux de celui qui, comme vous, est monté assez haut pour voir l'unité de la pensée mathématique.

De 1851 à 1859, l'Europe savante eut la douleur de perdre les quatre grands géomètres qui avaient illustré l'âge précédent, Gauss, Cauchy, Jacobi et Dirichlet. Le sceptre de l'Arithmétique supérieure et de l'Analyse passa d'une manière incontestée de

leurs mains dans les vôtres, et vous l'avez toujours conservé, malgré les admirables découvertes d'émules et de disciples dont les écrits ont fait pâlir l'éclat des plus brillants travaux, les vôtres exceptés. Vos recherches les plus récentes, par exemple celles que contiennent vos Mémoires *sur la fonction exponentielle,* et *sur les applications des fonctions elliptiques,* sont neuves et suggestives comme celles qui ont illustré votre jeunesse; elles ne trahissent ni fatigue ni déclin, mais témoignent de la fécondité persistante de votre génie.

Puisse Dieu vous conserver longtemps encore à la science, à votre patrie et à tous vos disciples et amis, ou réunis aujourd'hui autour de vous, ou présents par le cœur et la pensée à cette glorieuse manifestation.

C'est le vœu que nous sommes heureux de vous transmettre en ce jour au nom de la *Société scientifique de Bruxelles,* et en particulier de sa première section qui, cette année, a l'honneur de vous avoir pour président.

Le Secrétaire général, — *Le Président,*

P. Mansion. — A. de Lapparent.

BIBLIOGRAPHIE

I

Traité de Géologie, par A. de Lapparent. Troisième édition, entièrement refondue. Première partie ; Deuxième partie, fascicules I et II. — Grand in-8° ; VIII-960 pp. — Paris, Savy, 1893 (1).

Nous avons reçu les parties récemment parues de la troisième édition du *Traité de Géologie* de M. de Lapparent. Elles comprennent toute la première partie, consacrée, comme on sait, à l'étude des phénomènes actuels, et les deux premiers fascicules de la deuxième partie, laquelle embrasse la géologie proprement dite, c'est-à-dire la description des terrains et l'histoire des transformations de la surface du globe. Ce premier fascicule renferme la lithologie, les généralités sur les terrains stratifiés, la description du terrain primitif, celle des systèmes paléozoïques, triasique et le commencement du jurassique. Le tout forme un ensemble de 960 pages d'une impression un peu plus serrée que celle des éditions précédentes.

La première édition de ce grand ouvrage fut terminée en 1883; la seconde, en 1885. La troisième apparaît donc après un intervalle de sept années, l'édition de 1885, quoique tirée à 4400 exemplaires, étant à peu près épuisée. Ces chiffres, quand il s'agit d'un livre éminemment sérieux et de très longue haleine, ont leur éloquence. Rien ne fait mieux ressortir à quel point les sciences géologiques sont cultivées de notre temps, et quelle est

(1) Cette troisième édition du *Traité de Géologie* comprendra 1600 pages environ et sera terminée et entièrement publiée dans quelques mois.

la valeur de l'interprète qu'elles ont trouvé dans M. de Lapparent, comme homme de science et comme écrivain.

En prenant la parole, il nous dit que cette troisième édition porte, mieux encore que les précédentes, la marque de la préoccupation qui le domine, celle de demeurer l'historien scrupuleux et impartial d'une science " en voie de continuels développements „. C'est bien cela, en effet, qui frappe le lecteur de ces pages si riches de faits nouveaux, parfois recueillis de la veille, et qui vont tour à tour confirmant ou modifiant les appréciations antérieures. Les pionniers de la géologie et de la géographie physique forment aujourd'hui une petite armée disséminée sur une bonne partie du globe. Leurs renseignements s'entassent dans les recueils périodiques de toutes les nations civilisées. Le traité de géologie, en recueillant dans ce monde de documents les choses les plus importantes et en les encadrant à leur place dans une histoire générale du globe, rend aux travailleurs un service qu'ils ne sauraient apprécier trop haut, puisqu'il les dispense de recherches dont ils ne pourraient s'abstenir s'ils tiennent à se faire une idée du progrès des doctrines. Non seulement les études de détail, dues surtout aux commissions géologiques, ont singulièrement perfectionné la connaissance des régions que l'on a considérées comme classiques depuis les débuts de la science ; mais des explorations dans toutes les provinces russes, en Asie, dans les deux Amériques, en Australie et dans plusieurs pays d'Afrique, en faisant retrouver les grands termes de la série stratigraphique dans des conditions variées et sur d'immenses surfaces naguère entièrement ignorées, ont étendu dans une énorme proportion le cadre de l'histoire géologique. Il en résulte la possibilité d'insérer dans un traité didactique des aperçus plus ou moins précis de l'ensemble des terres et des mers aux diverses périodes antérieures, de tracer, en un mot, des éléments de paléo-géographie plns vrais déjà à certains égards que ne le sont les essais géographiques de l'antiquité.

Avec son aptitude à tout comprendre qu'il a fait admirer naguère au Congrès international de géologie à Berlin, M. de Lapparent a glané dans les publications des dernières années les renseignements géologiques et géographiques, lithologiques et stratigraphiques ayant une portée générale ; il en a enrichi son livre en refondant le texte pour le mettre en rapport avec toutes les données acquises, complétant ici, élaguant là, modifiant et rectifiant au besoin ses conclusions avec l'indépendance d'un ami de la vérité.

Si savamment ordonné qu'il fût dès l'origine, le plan du *Traité de Géologie* a subi plus d'une retouche dans la présente édition. L'auteur a déplacé un certain nombre de chapitres et de paragraphes, et ces déplacements répondent visiblement au progrès de ses idées comme à celui de la science. Ainsi, par exemple, ce n'est plus l'action géologique de la mer sur les côtes, mais les précipitations atmosphériques et le rôle des eaux courantes sur la terre ferme qui sont envisagées d'abord ; parce que les observations récentes ont montré que les phénomènes se passant sur les continents constituent un facteur beaucoup plus important que l'océan lui-même, au double point de vue de l'érosion et du volume des matériaux fournis aux dépôts en voie de formation. Il en va de même avec le chapitre des schistes cristallisés. Dans l'édition de 1885, ceux-ci, sous la rubrique de " croûte primitive du globe ", étaient envisagés comme une formation entièrement à part, dont la description précédait même les généralités concernant les terrains sédimentaires. Maintenant ils sont reportés après ces généralités et immédiatement avant les formations paléozoïques. C'est que les études lithologiques des dernières années ont fait retrouver chez les gneiss primordiaux plus d'un trait de structure qui tend à les rapprocher des sédiments assujettis à un métamorphisme extrême.

Signalons au lecteur un petit nombre des données et des améliorations que M. de Lapparent a introduites dans sa nouvelle édition.

A propos du rapport entre le *géoïde* terrestre et un ellipsoïde de révolution, nous remarquons que l'auteur, à la suite des calculs du géodésiste Drygalski, abandonne l'hypothèse qui lui avait souri un moment, d'un relèvement considérable du niveau des océans sur les côtes et d'une dépression correspondante de leur région centrale. Il montre la confirmation par MM. J. Murray, Supan, de Tillo, Heiderich, des chiffres élevés qu'il a opposés un des premiers à ceux longtemps répétés d'Al. de Humboldt touchant l'altitude moyenne des continents. A propos du magnétisme terrestre, il signale les anomalies curieuses des lignes isogones que viennent de révéler E. Naumann et Moureaux au Japon et en France, et qui semblent fournir un instrument nouveau pour apprécier la structure des régions inaccessibles du sous-sol.

Remarquons également des développements sur la distribution des organismes dans les mers profondes, sur les précipitations atmosphériques, sur l'énergie démolissante et excavatrice du ruissellement et des eaux courantes. Ici figurent, avec les con-

clusions de Penck, Gilbert, de la Noë, de Margerie, quant à l'arasement définitif des continents, des chiffres d'un haut intérêt bien qu'ils ne soient que très approximatifs, parce qu'ils nous livrent des valeurs sérieuses pour supputer le temps exigé pour l'édification des étages géologiques et l'âge du globe.

Dans les chapitres dévolus à l'action des glaces, parmi beaucoup de faits nouvellement renseignés, citons l'érosion glaciaire à laquelle l'auteur reconnaît une plus grande efficacité qu'il n'avait fait jusqu'à présent. En partant des lacs à fond de roches et de certains cirques en connexion avec les glaciers, il reconnaît chez ceux-ci, outre un appareil *de nettoyage,* un instrument assez sérieux d'excavation. Témoin cette phrase : " On peut dire que la plupart des lacs de la zone tempérée doivent leur origine au phénomène glaciaire, soit que la glace ait creusé les cavités, soit qu'elle ait empêché le comblement des dépressions. „ En retouchant les passages sur les produits de solution versés à l'océan par les fleuves, sur les réactions chimiques et sur les organismes des grandes profondeurs, l'auteur a fait de précieux emprunts aux physiciens et aux naturalistes, et notamment aux belles recherches de John Murray.

Dans l'exposé de la *Géodynamique interne,* laquelle comprend environ 200 pages de la présente édition, M. de Lapparent remanie, non sans quelque hardiesse, l'ordre qu'il avait adopté d'abord et procède comme suit : Volcans et leurs produits solides, liquides et gazeux ; variétés dans les types ; formation des cônes et cratères ; phénomènes secondaires ; solfatares, salzes, etc. ; géothermique ; théorie du volcanisme. On voit que la géothermique, c'est-à-dire l'étude de la marche de la température en profondeur, n'est abordée qu'après la description de tous les phénomènes de la surface quel que soit leur point de départ, mais précède le débat sur les causes du volcanisme, débat auquel elle apporte, comme on sait, des éléments d'une portée capitale. Cette marche, suivie déjà par M. de Lapparent dans son *Abrégé de Géologie,* nous paraît plus logique que celle qui est généralement adoptée. En abordant les modes divers de l'action volcanique, on lira des détails instructifs sur les dernières éruptions du Vésuve, de Vulcano, de la Nouvelle-Zélande ; sur la région volcanique des îles Sandwich, d'après les savantes communications de J. Dana, dans l'*American Journal ;* sur les volcans de l'Islande, d'après Thoroddsen. C'est d'ailleurs dans l'existence d'une nappe ignée régnant universellement sous la croûte refroidie que M. de Lapparent persiste à trouver la cause

adéquate des phénomènes du volcanisme. Mais aussi, moins que jamais il paraît admettre la connexion que M. Fouqué et tant d'autres géologues reconnaissent entre les eaux superficielles s'infiltrant dans la profondeur et l'ascension paroxysmale des laves. Ce seraient des gaz et des vapeurs emmagasinés depuis l'origine dans les masses internes à haute température qui provoqueraient la sortie violente de celles-ci, quand les crevasses de l'écorce, affaiblissant la pression, leur permettent de s'ouvrir un passage. En s'exprimant sur l'état de la matière au foyer volcanique, M. de Lapparent évite le mot *fluide* qu'il employait encore en 1885. Par moments il se rapproche, sans le nommer, de Reyer (1), quand il parle du magma interne comme " d'un mélange dans un tel état de compression qu'il ne peut plus y avoir de distinction pratique entre l'état liquide et l'état solide ". Sans discuter ici les opinions de notre savant ami, nous observerons seulement qu'il se trompe quand il affirme que les volcans les plus marins du globe, ceux des Sandwich, n'offrent jamais d'abondants dégagements de vapeur d'eau. Le géologue américain Dutton dit tout le contraire dans son grand mémoire de 1883 sur les volcans d'Hawaï (2). Citons, parmi les remaniements de la première partie de l'ouvrage, la quatrième section qui traite des phénomènes de dislocation et de l'oscillation de la ligne des rivages. On y remarque les travaux de M. Brückner relatifs aux oscillations du niveau des mers à la suite de variations dans le climat et de l'apport des fleuves; et également, à propos de la Scandinavie, la distinction très importante de deux sortes de terrasses : celles qui dépendent du niveau variable des anciens lacs de glaciers, et celles qui répondent véritablement à l'action des vagues de côtes. L'auteur accepte, comme cause du relèvement incontestable des régions de haute latitude par rapport aux mers, la dilatation du sol et du sous-sol, survenue après le retrait des grandes couvertures de glace. C'est l'explication proposée par M. de Drygalski.

Dans les premiers fascicules parus de la deuxième partie du *Traité de Géologie,* l'auteur debute par l'examen des matériaux des formations *endogènes* (d'origine interne) et des formations *exogènes* et *mixtes* (d'origine externe et métamorphique), qui

(1) *Theoretische Geologie.* Stuttgard, 1888. Conf. le chap. *Fysik der Eruptionen,* pp. 165-309.

(2) U. S. Geol. Surv. *Fourth Report. Hawaiian Volcanoes.* Conf. chap. xi, *The Volcanic Problem.*

entrent dans l'écorce du globe. C'est la lithologie. M. de Lapparent a introduit ici des modifications importantes. Il s'étend bien davantage sur la texture, sur les stades successifs de consolidation et leurs rapports avec l'histoire de la formation chez les roches endogènes. Des figures nouvelles d'après les plaques minces, parfois empruntées à ses recherches personnelles, complètent le texte et rendent saisissable au lecteur cette partie éminemment intéressante de la lithologie. S'adressant tantôt à l'école allemande de Rosenbusch, tantôt à l'école française de Fouqué et Michel Lévy, il montre la signification qu'il faut attribuer aux variétés granitiques et porphyriques des diverses catégories. D'autre part, la fameuse distinction longtemps maintenue des roches paléo-volcaniques ou plutoniennes et néo-volcaniques ou éruptives récentes, laquelle tend à disparaître, ne prévaut plus dans la classification des roches acceptée aujourd'hui par M. de Lapparent. Ses divisions principales reposent sur le caractère chimique acide, neutre ou basique de l'agrégat minéral, et sur le mode de texture holocristallin ou hypocristallin, cette dernière expression se rapportant à l'intervention en proportion quelconque d'un élément amorphe. M. de Lapparent ne nie pas, du moins quand il s'agit des roches acides, les relations établies par Rosenbusch entre la texture d'une roche et son lieu de consolidation, soit dans les grandes profondeurs de l'écorce, soit dans les fentes d'intrusion, soit en coulées à la surface. Néanmoins, d'accord avec Michel Lévy, il se refuse à considérer le lieu de consolidation comme base générale de classement; il s'en rapporte à la texture, élément d'observation positif, qui ne prête pas à la controverse. Quant à la distribution des espèces lithologiques en familles, elle se rapproche à bien des égards de celle qu'on trouve déjà dans l'édition de 1885, à part les modifications qui découlent des principes de division que l'on vient d'énoncer, et un certain nombre de dénominations nouvelles introduites par M. de Lapparent : *sphérophyre* pour porphyre globulaire, *felsoliparite* pour liparite porphyrique, etc. Ajoutons que la description de chaque espèce a été soigneusement revue et souvent complétée.

Le deuxième livre de la seconde partie est consacré, comme dans les éditions précédentes, à la description des formations stratifiées, le terrain primitif ou système archéen arrivant en tête. L'origine métamorphique, au sens propre du terme, assignée aux schistes du terrain archéen a conquis récemment en sa faveur des partisans de grande autorité, notamment le premier litholo-

giste de l'Allemagne, M. Rosenbusch. M. Michel Lévy penche vers cette opinion, de même que Neumayr dans le premier volume de son *Erdgeschichte*. M. Vélain l'accepte pleinement dans la quatrième édition de son excellent traité. M. de Lapparent maintient néanmoins la plupart de ses conclusions antérieures à cet égard. Les gneiss primordiaux avec les roches subordonnées résulteraient d'une consolidation par refroidissement, avec remaniement immédiat au sein d'un océan primitif à haute température et chargé de dissolvants très actifs.

Il n'en va plus de même pour la portion tout à fait supérieure de l'ancien terrain primitif de M. de Lapparent. Il l'associe dans une division nouvelle avec d'épais complexes de couches développées dans beaucoup de régions à la base de l'ancien système cambrien, et il groupe le tout en un système *précambrien* qui comporte plusieurs mille mètres d'épaisseur. L'auteur y est amené par les recherches de MM. Hébert, Barrois, Bigot, comme par celles de plusieurs stratigraphes anglais et américains. Le précambrien correspond aux terrains *huronien* et *keweenawien* de l'Amérique. La constitution d'un grand système de couches franchement sédimentaires, généralement phylladeuses, postérieures aux micaschistes et aux chloritoschistes archéens mais antérieures aux assises qui contiennent la faune primordiale de Barrande, est en accord avec les réalités dans les deux continents et restera acquise. C'est un nouveau terme ajouté à l'immense série des formations paléozoïques de notre planète et une conquète importante de la géologie contemporaine.

Quant au Cambrien proprement dit, renfermant la faune primordiale, M. de Lapparent en revient à la classification de Barrande et de Murchison. Il ne le considère plus que comme formant l'étage de base d'un grand système silurien embrassant les faunes primordiale, seconde et troisième du paléontologiste de Prague, et montant jusqu'aux niveaux supérieurs de Ludlow et de Gothland. M. de Lapparent n'est pas le seul de cet avis. Cependant nous regrettons le parti qu'il a pris dans cette troisième édition de son livre, parce que le terrain cambrien nous paraît posséder, au point de vue de la faune marine, une autonomie caractérisée dans tous les continents et au moins égale à celle du système dévonien; et en second lieu, parce que l'annexion des couches cambriennes donne à l'ensemble du silurien une extension hors de proportion avec celle des autres systèmes paléozoïques.

Remarquons encore, à l'occasion du silurien, que M. de Lappa-

rent abdique la fameuse doctrine des *colonies* à propos des intercalations anomales de graptolites dans le bassin de Prague, intercalations où il reconnaît le résultat de dislocations, à l'instar de M. Marr. De même, à la suite des savantes études de M. Kayser, il déplace du Silurien et range dans le Dévonien inférieur, sur l'horizon du sous-étage gédinnien, les subdivisions F, G et H du bassin de Prague, lesquelles enveloppent les plus anciens types d'Ammonoïdés. Nous pensons que ces changements de notre savant ami sont justifiés par les progrès de l'observation, et qu'il a parfaitement raison d'abandonner sur ces deux points l'immortel auteur du *Système silurien de la Bohême.*

La désagrégation de l'ancien système permo-carbonifère avec érection d'un système permien séparé répond aussi, selon nous, à l'état des connaissances. La description des assises de l'époque permienne était beaucoup trop écourtée dans les éditions précédentes; dans celle-ci elles ont repris l'importance plus grande qu'on ne croyait d'abord qui leur revient dans une histoire générale du globe. Cette description du permien, réparti en trois étages d'après la légende de Gümbel, est un travail tout à fait nouveau de M. de Lapparent. Il fait bien ressortir les traits les plus curieux de cette formation : d'abord son faciès pélagique caractérisé notamment par l'étage d'Artinsk avec les premières ammonites persillées, faciès retrouvé de l'Oural à la Chine à travers l'Himalaya, dans les pays arctiques et une grande partie des Amériques, et, en second lieu, ce faciès continental du sud, désigné sous le nom de formation de Gondwana par les géologues de l'Inde, renfermant la flore à *Glossopteris,* lequel se retrouve dans le Dekkan et l'Australie, dans tout le sud de l'Afrique, qui apparaît encore aux confins du Brésil et de l'Uruguay, et qui se poursuit pendant l'immense durée correspondant aux phases triasique et jurassique. De l'ensemble des faits reconnus on conclut à l'existence d'un vaste continent tropical, étendu de l'Australie et du Dekkan indien au Brésil et à l'Argentine à travers les océans indien et atlantique du sud. Cette grave transformation de la géographie du globe fut affirmée d'abord par MM. Suess et Neumayr ; bien des raisons parlent en sa faveur, et M. de Lapparent l'accepte dans son livre comme une donnée des plus probables.

Les modifications introduites dans l'analyse du système carbonifère proprement dit sont beaucoup plus restreintes. Nous y avons vu des développements intéressants sur certains bassins

houillers du Plateau Central; un résumé des études de M. Renault sur le processus chimique qui a produit la houille; un acquiescement de plus en plus décidé à la théorie de M. Fayol sur la formation des couches houillères à la façon des dépôts de deltas. M. de Lapparent la juge applicable aux grands bassins carbonifères marins comme aux petits bassins lacustres. Il s'en rapporte surtout aux savants écrits de M. Gosselet pour les complexes dévonien et carbonifère du nord de la France et des Ardennes. Mais en acceptant dans sa dernière édition, à propos du calcaire carbonifère, l'autonomie d'un étage waulsortien proposé par M. Dupont comme terme intermédiaire entre les étages de Tournai et de Visé, il s'écarte des conclusions qui découlent des observations récentes et de la légende adoptée par le nouveau service de la carte géologique de Belgique.

Arrêtons ici ce compte rendu, tout incomplet qu'il soit, des améliorations apportées jusqu'à présent par M. de Lapparent à son bel ouvrage. Pour apprécier le travail consciencieux que suppose une revision aussi achevée, il n'y a qu'une lecture attentive. La science et les scrupules de l'écrivain ne se révèlent pas seulement par l'insertion d'une foule de données nouvelles, par le remaniement des chapitres et de certaines conclusions; ils se remarquent souvent autant dans une seule phrase dont quelques termes seulement seront changés ou complétés pour les mieux ajuster à des faits récemment établis. Les traités qui résument de nos jours, avec cette ampleur, l'ensemble d'une science d'observation ne sont retouchés le plus souvent, quand ils le sont, par leurs auteurs qu'après un long intervalle d'années, et ils demeurent distancés par le progrès des connaissances. Ce reproche n'atteint pas le *Traité de Géologie*. Il marche en quelque sorte au pas des découvertes, et il nous donne le tableau le plus au courant et le mieux ordonné de l'état actuel de la science du globe.

C. de la Vallée Poussin.

II

OUVRAGES RÉCENTS DE PHYSIQUE MATHÉMATIQUE.

1° H. Poincaré. *Théorie mathématique de la lumière:* II. *Nouvelles études sur la diffraction; Théorie de la dispersion de Helmholtz.* Leçons professées à la Faculté des sciences de Paris pendant le premier semestre 1891-1892, et rédigées par MM. Lamotte et D. Hurmuzescu. — In-8°, 308 pp. — Paris, Georges Carré, 1892.

M. H. Poincaré ne s'astreint pas, dans le cours de physique mathématique qu'il professe à la Sorbonne, à suivre un ordre méthodique; chaque année, il consacre ses leçons à la question qui sollicite davantage sa souple et mobile intelligence; il expose à ses auditeurs les réflexions que lui suggèrent les théories dont cette question a fait l'objet, et surtout, ce qui est un régal pour son scepticisme peu dissimulé, les critiques auxquelles prêtent ces théories; chaque année aussi, dans l'auditoire d'élite qui entoure sa chaire, se trouvent quelques élèves qui recueillent la parole du maître, la livrent à l'impression, et par là en assurent le bénéfice même à ceux qui vivent loin des amphithéâtres de la Sorbonne. Ainsi sont nés une série de volumes qui forment non pas un cours de physique mathématique, mais une suite de brillantes causeries sur la physique mathématique. Il est des branches entières que l'auteur laisse dans l'ombre; il en est d'autres auxquelles il revient après les avoir traitées, pour perfectionner, pour compléter, — parfois, pour renverser — ce qu'il en a dit.

Il y a quatre ans, M. H. Poincaré avait traité de l'optique; il avait donné un tableau, largement conçu et traité par masses, des diverses théories qui se disputent cette branche de la physique. Puis l'examen d'une de ces théories, la plus récente en même temps que la plus paradoxale, la *théorie électromagnétique,* l'avait entraîné vers l'étude des phénomènes électriques. C'est à l'optique qu'il revient aujourd'hui.

Dans l'étude des phénomènes lumineux, M. Poincaré fait désormais marcher de pair la théorie électromagnétique et les théories élastiques de Fresnel et de Neumann. Il montre l'équivalence absolue de la théorie de Fresnel et de la théorie électromagnétique, de telle sorte que ce que l'une explique, l'autre l'explique également.

Dans la théorie des interférences, les récentes expériences d'Otto Wiener sont étudiées et interprétées; si l'on prend comme définition de l'intensité lumineuse la force vive moyenne de l'éther, ces expériences exigent que la vibration lumineuse soit perpendiculaire au plan de polarisation, comme le voulait Fresnel; si, au contraire, on prend comme définition de l'intensité lumineuse l'énergie potentielle moyenne de l'éther, ces expériences exigent que la vibration lumineuse soit parallèle au plan de polarisation, comme le voulait F. Neumann.

La théorie de la réflexion, tant vitreuse que métallique, est traitée dans l'hypothèse électromagnétique. M. Poincaré revient à ce propos sur une question déjà traitée par lui et par M. Marcel Brillouin; voici quel est l'énoncé de cette question :

" L'expérience montre que les métaux exercent sur les courants alternatifs une action réfléchissante de caractère variable avec la durée des alternances.

„ S'il s'agit de courants alternatifs à période très longue ($1/100^e$ à $1/1000^e$ de seconde), les divers métaux se comportent de façons fort différentes et leur conductibilité spécifique joue un grand rôle dans le phénomène de la réflexion. Il en est de même pour les oscillations extrêmement rapides comme les vibrations lumineuses, dont la période est voisine de $1/10^{14}$ ou $1/10^{15}$ seconde.

„ Au contraire, pour des oscillations ayant une durée de période intermédiaire, comme c'est le cas des oscillations Hertziennes ($1/10^8$ à $1/10^{11}$ seconde), tous les métaux se comportent de la même manière, comme s'ils étaient tous des conducteurs parfaits.

„ Comment rendre compte de ces particularités par la théorie? „

Après avoir reproduit l'explication donnée par M. Brillouin, M. Poincaré énonce quelques objections qui ne semblent pas près d'être levées.

L'étude du principe d'Huygens et de la diffraction est fondée en grande partie sur les recherches de Kirchhoff; nous ne pouvons nous empêcher d'observer que M. Poincaré ne semble pas rendre pleinement justice à son illustre devancier, auquel — qu'on nous pardonne ce jugement — il demeure bien inférieur dans cette théorie; il cite peu le nom de Kirchhoff; il omet de nous rappeler que c'est lui qui a découvert le changement de phase au passage d'une ligne focale, plusieurs années avant les remarquables expériences de M. Gouy ; enfin il rejette sa définition des corps parfaitement noirs et les belles conséquences qu'il

en a déduites, pour des raisons qui nous semblent insaisissables. Nous regrettons aussi que dans l'étude des analogies entre les deux équations

$$\Delta V = 0 \qquad \text{et} \quad \Delta V + a^2 V = 0$$

le nom d'Helmholtz n'ait pas trouvé place.

L'une des parties de l'ouvrage qu'on lira avec le plus d'intérêt est le chapitre consacré à la théorie de la dispersion de Helmholtz. Cette remarquable théorie et les objections auxquelles elle prête y sont exposées d'une manière très complète et très claire.

Dans le chapitre consacré à la dispersion et à l'absorption dans les milieux anisotropes, M. Poincaré étudie en détail des lois très paradoxales dues à M. H. Becquerel, lois qui détruiraient toute l'optique classique si elles étaient reconnues exactes; malheureusement — ou heureusement — il est prouvé aujourd'hui que la vérification de ces lois reposait sur une coïncidence expérimentale purement fortuite. M. Poincaré le reconnaît dans une note à la fin du chapitre. Au lieu d'écrire cette note, pourquoi M. Poincaré n'a-t-il pas supprimé le chapitre?

Dans un dernier chapitre, M. Poincaré expose la théorie par laquelle Reusch et M. Mallard expliquent la polarisation rotatoire des cristaux. Cette théorie consiste à supposer qu'un cristal doué de pouvoir rotatoire est formé par des lamelles biaxes, à faces normales à la bissectrice des axes optiques, qui s'empilent les unes sur les autres, de telle manière que le plan des axes optiques tourne d'un angle constant en passant de l'une d'elles à la suivante.

En terminant la lecture de cet ouvrage, nous nous prenons à former un souhait que nous ne pouvons taire; si, au lieu de laisser ses auditeurs livrer à la publicité des recherches à peine écloses et toutes chaudes encore de l'improvisation, M. Poincaré consacrait sa puissante intelligence à poser sur des bases solides les principes de la théorie de la lumière et à en dérouler méthodiquement les conséquences, quelle belle optique il écrirait!

2° L. Boltzmann, *Vorlesungen über Maxwell's Theorie der Elektricität und des Lichtes,* Ier Theil. (Leçons sur la Théorie de l'Électricité et de la Lumière de Maxwell, 1re partie.) — In-8°, 139 pp. — Leipzig, J.-A. Barth, 1891.

« Lorsqu'on lit le livre de M. Poincaré intitulé *Électricité et Optique,* nous dit l'éditeur de M. Boltzmann, on pourrait croire

que la théorie de l'électricité de Maxwell forme seulement un faisceau d'hypothèses géniales il est vrai, mais indépendantes et même contradictoires entre elles. „ M. Boltzmann, au contraire, entreprend de montrer que cette incohérence des théories de Maxwell est purement extérieure; qu'elle n'est qu'une apparence due au mode d'exposition adopté par l'illustre auteur anglais, et nullement un caractère nécessaire de ses idées essentielles; que l'on peut donner de ces théories un exposé cohérent, logique, méthodique, semblable à celui qu'Euclide a donné de la géométrie, Ampère de l'électrodynamique.

Cet exposé méthodique de la théorie de Maxwell exige un profond bouleversement de toutes les habitudes acquises dans l'étude de l'électricité. L'électricité de frottement a été découverte longtemps avant le courant galvanique; aussi, dans les théories, qui reproduisent toujours plus ou moins l'ordre d'invention, l'électrostatique précède-t-elle l'électrodynamique; c'est là un ordre auquel nous sommes habitués par tous les enseignements que nous avons reçus depuis le moment où nous avons commencé à étudier la physique; selon le mot de M. Boltzmann, nous l'avons, pour ainsi dire, sucé avec le lait.

C'est cet ordre qui doit être renversé si l'on veut comprendre la doctrine de Maxwell; l'étude du courant doit précéder celle de l'électricité statique. Il nous faut faire d'abord table rase de tout ce que nous connaissons des phénomènes électriques et magnétiques; *à fortiori,* de tout ce que nous imaginons des fluides électriques et magnétiques. C'est alors seulement, lorsque nous avons chassé de notre esprit toute notion de l'électrostatique et du magnétisme, que nous pouvons commencer à construire méthodiquement la doctrine de Maxwell.

L'expérience nous apprend que diverses causes peuvent produire en un fil métallique un état particulier que manifestent de nouvelles propriétés. Ce fil est le siège d'un dégagement continu de chaleur qui peut, dans certains cas, le porter à l'incandescence; il attire le fer; si on le coupe et que ses deux extrémités soient mises en contact avec le corps, il agit sur les nerfs, etc. C'est pour désigner cet état que nous disons que ce fil est parcouru par un courant; cette expression doit être regardée comme une pure notation; elle ne doit pas nous faire supposer qu'une certaine matière coule dans ce fil comme l'eau dans un tuyau.

Jusque-là rien d'hypothétique; mais ici l'hypothèse doit intervenir. C'est, en effet, en vertu d'une hypothèse que nous

attribuerons ces effets à un certain mouvement de quelque chose de matériel. Quelle est la matière qui se meut et comment se meut-elle? Nous ne le savons pas. Ce que nous savons, c'est que ce mouvement n'a pas seulement lieu dans le fil que parcourt le courant, mais encore dans le milieu qui l'entoure, même lorsque ce milieu, vide de corps pesants, ne renferme plus que de l'éther; les courants, en effet, semblent agir à distance, même dans l'éther vide de corps pesants, et ces actions seraient inconcevables si l'éther n'était en mouvement. Ce que nous savons aussi, c'est que ces mouvements doivent être soumis aux lois de la dynamique telles que Lagrange les a énoncées.

Ce mouvement n'est pas absolument quelconque. Dans un conducteur en repos, dont l'état paraît invariable, on doit admettre que toute particule matérielle déplacée par le mouvement électrique est remplacée soit de suite, soit au bout de très peu de temps, par une particule identique. Le mouvement qui constitue essentiellement le courant électrique est donc ce que Clausius a nommé un *mouvement stationnaire,* ce qu'Helmholtz appelle un *mouvement cyclique.*

M. Boltzmann commence par exposer avec de grands détails et une extrême clarté la théorie de ces mouvements cycliques, à laquelle, avec Clausius et M. Helmholtz, il a largement contribué. On sait que l'un des objets principaux de cette théorie est la réduction du principe de Carnot-Clausius aux équations de la dynamique; M. Boltzmann ne néglige pas ce qui a trait à cette réduction.

C'est la théorie des mouvements cycliques qui conduit M. Boltzmann à écrire les lois de l'induction électrodynamique sous la forme que leur a donnée Maxwell, forme imitée, on le sait, des équations de Lagrange. M. Poincaré, qui a attaché une haute importance à cette partie de l'œuvre de Maxwell et l'a signalée comme renfermant l'idée essentielle de l'illustre physicien, l'a regardée comme entièrement distincte de la théorie des diélectriques. M. Boltzmann, au contraire, relie intimement ces deux théories et fait sortir de leur union les équations de l'électrodynamique au sein des milieux diélectriques. Ce sont ces équations qui conduisent à la théorie électromagnétique de la lumière.

C'est seulement dans les dernières leçons que la théorie des phénomènes électrostatiques est traitée par une méthode essentiellement différente de celle qui est ordinairement suivie; les lois de Coulomb ne sont plus le point de départ des théories électriques, elles en sont presque le point d'arrivée.

Le livre dont nous venons de donner un si rapide résumé porte partout la trace d'une patiente et laborieuse méditation; la rédaction en est nette, concise, précise; des sous-titres placés en manchettes font ressortir la fermeté du plan général et la solide ossature des raisonnements; une bibliographie très méthodique, très soignée, guide le lecteur au travers des innombrables recherches dont la théorie de Maxwell, dont les théories voisines ont fait l'objet; un tableau établit la concordance des notations employées par les divers auteurs et facilite la lecture de leurs mémoires. On sent que le savant professeur de Munich a soigné cette œuvre avec amour; et l'on peut affirmer que ses soins ne sont pas perdus.

3° H. A. Lorentz. *La théorie électromagnétique de Maxwell et son application aux corps mouvants.* — In-8°, 190 pp. — Leyde, E. J. Brill, 1892.

Par plus d'un point, l'ouvrage de M. Lorentz se rapproche des leçons de M. Boltzmann; le but de ces deux livres est de donner une forme précise et logique à la théorie électrodynamique de Maxwell; mais tandis que M. Boltzmann, du moins dans la partie de ses leçons qui est déjà publiée, se borne à l'étude des phénomènes électrodynamiques au sein des conducteurs immobiles, M. Lorentz a surtout en vue l'étude des conducteurs en mouvement; cette étude, on le sait, a déjà fait l'objet des recherches de Maxwell, de M. H. von Helmholtz et de M. H. Hertz.

Les formules données par Maxwell et par M. Hertz ont été, en quelque sorte, posées *à priori* par ces auteurs. M. Lorentz cherche à les déduire de l'hypothèse fondamentale que l'énergie électrodynamique est de l'énergie cinétique, au moyen d'une application régulière des équations de la dynamique. Son travail se rapproche par là d'un récent mémoire de M. H. von Helmholtz *sur l'application du principe de la moindre action à l'Électrodynamique.*

L'ouvrage de M. Lorentz ne contient pas seulement cet essai de systématisation des vues de Maxwell; il renferme, en outre, une étude entièrement nouvelle : c'est l'étude de l'entraînement des ondes électromagnétiques par la matière en mouvement. L'auteur trouve pour valeur du coefficient d'entraînement la valeur $\frac{n^2-1}{n^2}$ admise par Fresnel dans la théorie de la lumière; on sait que cette valeur paraît confirmée par la célèbre expérience de M. Fizeau.

4° O. Tumlirz. *Théorie électromagnétique de la lumière,* traduit de l'allemand par G. Van der Mensbrugghe. — In-8°, 157 pp. — Paris, A. Hermann, 1892.

Le livre de M. Tumlirz, que M. Van der Mensbrugghe vient de révéler au public français, diffère essentiellement, quant à l'esprit qui en a dirigé la rédaction, des deux ouvrages dont nous venons de rendre compte.

Ces deux derniers sont écrits en suivant d'aussi près que possible l'idée maîtresse de Maxwell; cette idée, dans ses grands traits, peut être résumée ainsi : le courant électrique est la manifestation d'un certain état de mouvement stationnaire, de nature inconnue, qui a son siège aussi bien dans le conducteur parcouru par le courant que dans le milieu qui entoure ce conducteur; l'énergie électrodynamique est l'énergie cinétique de ce mouvement; à cette énergie, on peut appliquer les lois de la dynamique (équations de Lagrange, principe de la moindre action, etc.).

Tout autre est l'idée qui a dirigé les recherches de M. H. von Helmholtz. A la base de la théorie d'Helmholtz, nous ne trouvons plus l'hypothèse que le courant est un mouvement, que l'énergie électrodynamique est de l'énergie cinétique, que les équations de la dynamique doivent renfermer les équations de l'électrodynamique. La nature intime du courant électrique est laissée dans une complète indétermination; l'étude du courant est fondée sur un certain nombre de faits d'expérience et d'hypothèses physiques, conformément à la méthode suivie par Ampère pour établir la loi des forces électrodynamiques, par F. E. Neumann pour trouver la formule des forces électromotrices d'induction. On obtient ainsi des formules plus générales que celles de Maxwell, et dans lesquelles il suffit de particulariser quelque constantes pour retrouver les formules de Maxwell.

C'est cette théorie d'Helmholtz qu'expose M. Tumlirz. Son livre très intéressant, très clair, sera bientôt dans toutes les bibliothèques de ceux que passionnent les récentes recherches sur la propagation des actions électriques — et ils sont nombreux.

5° H. Hertz. *Untersuchungen über die Ausbreitung der elektrischen Kraft.* (Recherches sur la propagation de l'action électrique.) — In-8°, 296 pp. — Leipzig. J. A. Barth, 1892.

Tout le monde connaît les expériences capitales par lesquelles M. Hertz a cherché à soumettre au contrôle des faits les consé-

quences de la théorie de Maxwell; physiciens et mathématiciens ont senti qu'un champ large et nouveau était ouvert à leurs investigations par le savant professeur de Bonn, et, à son exemple, ils se sont mis à l'explorer.

Tous, ils seront reconnaissants à M. Hertz d'avoir réuni en un seul volume tous les mémoires, théoriques ou expérimentaux, que sa féconde activité a enfantés depuis cinq ans; d'y avoir joint des notes historiques et bibliographiques nombreuses, qui permettent aisément de retrouver les travaux auxquels ces mêmes sujets ont donné lieu de la part d'autres auteurs; surtout, d'avoir mis en tête une introduction où sont comparées avec une grande profondeur philosophique et une grande clarté d'exposition les diverses méthodes qui ont servi à étudier les lois de la propagation des actions électriques. Jamais l'opposition entre la méthode de Maxwell et celle d'Helmholtz n'a été marquée d'une manière plus nette et plus précise.

6° G. Kirchhoff. *Vorlesungen über mathematische Physik. III*er *Band. Electricität und Magnetismus,* herausgegeben von Max Planck. (Leçons de Physique mathématique, 3e volume : Électricité et Magnétisme ; publié par Max Planck.) — In-8°, 228 pp. — Leipzig, Teubner, 1891.

Les leçons de Physique mathématique, dont Kirchhoff avait seulement fait paraître le premier volume — la mécanique, — continuent à être publiées par les soins de ses élèves. Aujourd'hui M. Max Planck, professeur de physique théorique à l'Université de Berlin, publie celles de ces leçons qui sont consacrées à l'électricité et au magnétisme.

Les leçons sur l'électricité et le magnétisme n'ont pas le cachet de haute originalité qui distingue les leçons d'optique; elles ne portent pas au même degré la marque de l'auteur; il semble même que Kirchhoff ait volontairement abrégé ou omis plusieurs des questions qui avaient fait l'objet de ses propres recherches: telle est la théorie de l'aimantation par influence dans le cas où la fonction magnétisante varie avec l'aimantation; telle est la théorie des déformations des solides polarisés.

Dans ces leçons, on voit clairement que l'auteur a eu en vue non ce qui pouvait rehausser sa réputation, mais ce qui pouvait contribuer à faire connaître à un élève les méthodes mathématiques les plus employées dans l'étude de l'électricité. Ainsi compris, le livre que nous avons sous les yeux constitue une œuvre remarquable; on est étonné de la richesse du contenu de ces

deux cents pages. Signalons, en particulier, la très belle étude sur la distribution de l'électricité à la surface des conducteurs; là se trouvent un très sobre exposé des propriétés des fonctions sphériques avec leur application au problème des deux sphères; la transformation de l'équation de Laplace en coordonnées curvilignes, avec le problème de la distribution de l'électricité sur un ellipsoïde conducteur; la théorie de la transformation par rayons vecteurs réciproques et la distribution sur une calotte sphérique. Signalons aussi, à propos du problème de l'électromètre absolu de sir W. Thomson, une solution, différente de celle de M. Schwarz, du problème de la représentation conforme d'une aire polygonale sur une autre aire polygonale. Signalons enfin les leçons sur les fondements de la théorie du magnétisme, qui forment une remarquable introduction aux recherches de MM. von Helmholtz, Beltrami et Carl Neumann. Les professeurs de physique mathématique trouveront, dans les leçons de Kirchhoff, un magnifique exemple de plénitude et de concision.

P. Duhem.

III

Le Problème de la vie, par le Mis de Nadaillac, correspondant de l'Institut. — In-12, 295 pp. — Paris, G. Masson, 1893.

La vie intéresse le penseur à des titres divers. S'il est philosophe, il cherchera à en découvrir, sous les multiples manifestations, la notion exacte. L'homme de science sera plus curieux de connaître le mécanisme des fonctions vitales, d'en formuler les lois et d'en signaler les effets. A d'autres, il paraîtra d'importance majeure de remonter jusqu'à l'origine du mouvement qu'on a appelé la vie. Parmi les différents aspects de la question de la vie, M. le Mis de Nadaillac a été séduit davantage par le problème des origines.

Avant d'exposer brièvement la nature et les résultats de son travail, il ne sera pas inutile de dissiper certains malentendus qui pourraient surgir dans l'esprit du lecteur. Ainsi, il ne faudra pas trop prendre à la lettre la nuance de scepticisme qu'éveille le mot de *problème* jeté en avant dès la première page du livre, et moins encore les déclarations d'impuissance que l'auteur semble avoir à cœur d'inculquer fréquemment. En somme, M. de

Nadaillac établit plus de choses certaines que ne le promet son titre et que ne le font attendre les nombreux points d'interrogation qu'il pose. Il rejette carrément la génération spontanée, le transformisme, l'homme tertiaire, l'origine simienne de l'homme, sa sauvagerie initiale. Sans doute, trop souvent la science a donné et prétendu même imposer ces solutions au nom de ses plus récentes découvertes; à ce point de vue et restreinte à pareilles conclusions, on doit accorder que la question de la vie demeure un problème. Sur ce terrain, purement scientifique, les réponses dubitatives et les résultats négatifs auxquels aboutissent les recherches des savants les plus consciencieux demeurent seuls acceptables, et M. de Nadaillac a raison d'écrire qu'il faut se résigner à avouer que la science humaine ne peut rien nous apprendre ni sur la première apparition des organismes, ni sur leur succession dans le temps, ni sur leur rapide multiplication dans l'espace.

Avant d'aborder directement le " problème de la vie „, M. de Nadaillac décrit à grands traits, empruntés aux derniers travaux des physiciens et des géologues, la formation du globe terrestre, sur lequel la vie allait s'épanouir. D'où tomba le premier germe? Les réponses successives que, depuis un siècle surtout, la science a données à cette interrogation, ont toutes abouti à un aveu d'ignorance. M. de Nadaillac le prouve dans l'examen détaillé qu'il fait des diverses théories qui ont essayé d'expliquer l'apparition et le développement de la vie. La provenance sidérale des germes organiques, défendue par Richter et Thompson, est une chimère. Personne n'ose plus soutenir la génération spontanée, victorieusement éliminée par les expériences inoubliables de M. Pasteur. Reste le transformisme. M. de Nadaillac a étudié avec soin les derniers écrits des partisans de Darwin, pesé scrupuleusement tous les arguments qu'ils invoquent et les faits qu'ils apportent. Bien que ces théories aient été souvent traitées dans un nombre considérable d'ouvrages de science ou de vulgarisation, on lira encore avec grand intérêt l'exposé nouveau et les réfutations qu'en présente M. de Nadaillac. Ils reflètent, en effet, très exactement la phase actuelle de la controverse. Des citations, fort heureusement choisies et habilement groupées, font ressortir les inconséquences et les contradictions de certains maîtres de la science.

Non seulement " rien dans les faits actuellement observés „ ne favorise l'hypothèse de l'évolution, mais elle n'a pas davantage sa preuve " dans les faits qu'il est possible d'établir dans le passé

historique. „ La plus grande partie du volume de M. de Nadaillac poursuit la démonstration de cette thèse à travers les époques géologiques. Ici encore, l'auteur se montre au courant des derniers travaux. Après les avoir résumés, M. de Nadaillac formule sa conclusion en ces termes : “ Je cherche en vain, dans le long passé comme dans le présent, des faits qui prouvent d'une manière irréfutable l'évolution des êtres, la transformation des espèces. „

Si le problème de la vie est intéressant à étudier dans l'admirable variété que présente le monde végétal et animal, cet intérêt arrive à son point culminant dans l'être qui résume tous les phénomènes de la vie et en qui brillent ses plus éclatantes manifestations, l'être humain. M. de Nadaillac rattache à trois questions importantes, l'antiquité de l'homme, ses qualités physiques et intellectuelles, son identité à travers les siècles, l'ensemble des études anthropologiques qui ont rapport à la vie dans l'homme.

Après avoir rejeté l'homme tertiaire et préglaciaire, M. de Nadaillac, admettant l'opinion de MM. Penck et Boule, qui font remonter à l'époque interglaciaire les plus anciens vestiges de la vie humaine, recherche dans la géologie, la préhistoire, l'ethnographie et les traditions historiques les preuves de cette thèse. L'ensemble de cette démonstration est conduit de manière à satisfaire tout esprit non prévenu par les calculs fantaisistes de certaine école.

Les deux derniers chapitres du charmant volume que nous analysons emporteront, croyons-nous, tous les suffrages. M. de Nadaillac y montre clairement que, par les qualités distinctives de son corps et de son intelligence, l'homme se sépare absolument de l'animal. On remarquera surtout l'intéressante réfutation du matérialisme empruntée à M. Topinard. Aussi après avoir, dans des pages aussi solides que brillantes, fait le tableau de ce que l'homme était et de ce qu'il pouvait, M. de Nadaillac a bien le droit d'écrire : “ Je demande de nouveau au lecteur de bonne foi si l'on n'est pas forcément amené à la conclusion d'un illustre savant anglais, sir R. Owen : L'homme est sur la terre le seul représentant de son ordre. „

Mais cette conclusion tient-elle encore si on l'applique aux “ races malheureusement trop nombreuses qui croupissent dans une misère et dans une dégradation au-dessus desquelles elles ne tentent même pas de s'élever ? „ Et ne faut-il pas reconnaître que si l'on descend des races supérieures pour passer aux

peuples de plus en plus inférieurs, on arrive, même dans l'homme, à toucher de bien près à l'animalité? M. de Nadaillac a prévu cette objection, et il la résout d'une manière très approfondie. Les Australiens, les Tinneh de l'Hudson, les Navajos du Mexique lui servent à démontrer, par leur histoire, que partout et toujours, l'homme, quelque dégradé qu'il soit, arrive à se relever quand les circonstances le permettront. Il n'y a pas de races incapables de progrès par nature. Les circonstances seules entravent pour quelques-unes le développement de la civilisation. L'animal demeure fixé dans les limites de son instinct; pour lui point de progrès. Depuis la première apparition de son espèce, ses procédés n'ont point varié. L'homme seul progresse et s'élève toujours.

Ce rapide aperçu sur le volume de M. de Nadaillac suffit, croyons-nous, à en montrer la valeur. Il se recommande surtout à ceux qui n'ont pas le loisir de faire des recherches scientifiques spéciales, mais qui désirent s'en approprier les derniers résultats. Les apologistes et les chrétiens du monde, qui rencontrent souvent sur leur chemin les attaques du matérialisme contemporain, y trouveront pour la solution des objections une réponse documentée et à la hauteur des plus récentes découvertes.

J. G.

IV

LIJKBEGRAVING EN LIJKVERBRANDING, tweede deel. DE LIJKBEHANDELING BIJ DE CHRISTEN VOLKEN, door Dr Is. BAUWENS. *(Inhumation et crémation,* deuxième partie : *Rites funéraires chez les peuples chrétiens,* par le Dr Is. Bauwens.) — In-8°, 422 pp., avec 35 planches. — Roulers, De Seyn; Bruxelles, Schepens; 1892.

Cet ouvrage fait suite à celui dont la *Revue* a rendu compte dans sa livraison de juillet 1891 (1). Après avoir étudié l'inhumation et la crémation chez les peuples païens, l'auteur a voulu poursuivre sa consciencieuse enquête chez les nations chrétiennes. Le volume que nous présentons en ce moment au lecteur consigne les résultats de ces patientes investigations.

M. le Dr Bauwens, il ne s'en cache point d'ailleurs, poursuit un

(1) T. XXX, p. 263.

but polémique. Pour employer une figure qu'il affectionne, deux camps sont en présence sur le terrain des rites funéraires : les partisans de l'enterrement et les apôtres de l'incinération. D'après l'auteur, et nous croyons qu'il a raison, les conservateurs du rite existant se tiennent trop sur la défensive, tandis que les bruyants adeptes de la crémation s'agitent, entraînant chaque jour un plus grand nombre d'esprits à leur cause. Il est temps d'élever la voix et de mettre à néant les fausses raisons par lesquelles on s'efforce de justifier la pratique de l'incinération.

MM. Bonneau, Heim, Wegmann-Ercolani, Pein et A. Proust n'ont pas reculé devant cette incroyable assertion que, dans le traitement de leurs morts, les Juifs et les premiers chrétiens recouraient indifféremment à l'inhumation ou à la crémation. M. le Dr Bauwens a eu la patience d'examiner les monuments et les documents de l'antiquité chrétienne, de discuter les textes, d'étudier les coutumes funéraires des chrétiens dans tous les pays. De cette longue et minutieuse enquête se dégage une inéluctable conclusion : l'inhumation est bien le rite universel des peuples chrétiens; l'incinération demeure la pratique du paganisme.

Notre siècle a recueilli cet héritage. En effet, si dans les âges précédents on retrouve de loin en loin quelques vestiges de la crémation en usage chez les peuples païens, c'est surtout depuis quelques cinquante ans qu'on a essayé de l'implanter. La France, aux jours troublés de la grande révolution, avait donné le spectacle de tentatives isolées, demeurées à l'état d'exception. Aujourd'hui, si l'on excepte quelques pays, comme la Belgique, la Hollande, le Danemark, l'Espagne, l'incinération a partout ses fours crématoires. En Italie, à peu près vingt-cinq villes possèdent de ces monuments, qui avaient, à la fin de 1889, consumé 1463 cadavres. A Paris, le four du Père Lachaise dévora, en 1891, jusqu'à 3741 corps. En Allemagne, la seule ville de Gotha arrivait, le 11 janvier 1892, à incinérer son millième cadavre. L'Angleterre manifeste moins d'engouement : de 1885 à 1890, sur plus d'un demi-million de morts, 154 seulement se firent incinérer. Ces chiffres suffisent à donner une idée du mouvement qui s'est produit en faveur de la crémation. Il faut pourtant recourir à l'ouvrage du Dr Bauwens si l'on veut s'en faire une idée complète.

Si la crémation dérive en droite ligne des siècles païens, il faut convenir que les procédés ont reçu des perfectionnements considérables. M. le Dr Bauwens refait l'histoire curieuse des

divers appareils successivement adoptés pour arriver à une crémation et plus entière et plus expéditive. En terminant, il passe en revue certains autres traitements du cadavre, l'embaumement, la momification, la pétrification. Leur procès est fait en quelques lignes. Jamais ces procédés n'entreront dans les mœurs du public, ils réclament des frais trop considérables, et malgré la manie des collectionneurs, on n'a point à craindre la contagion de l'exemple d'un extravagant qui voudrait décorer ses salons avec les momies de ses proches. Nous ne sommes plus au temps des pyramides.

En somme, comme le montre cette rapide analyse, l'ouvrage du Dr Bauwens est un traité complet de l'inhumation et de la crémation. On y trouve tous les renseignements désirables sur cette grave question. Nous souhaitons qu'une traduction française donne à cet ouvrage l'expansion que sa valeur mérite. Nous formons aussi le vœu que l'auteur aborde sans tarder les matières du troisième volume qu'il annonce. Il doit y traiter des points d'un haut intérêt, la réfutation des prétendus avantages de la crémation sur l'inhumation.

J. G.

V

Exercices pratiques élémentaires de Physique, par M. L. N. Van de Vyver, docteur en sciences physiques et mathématiques, répétiteur à l'Université de Gand. — Gand, Ad. Hoste, 1893. — 162 pp. avec 62 fig. dans le texte.

La physique est avant tout une science expérimentale. Comme telle, la simple audition des leçons du maître ne suffit pas à la communiquer à l'élève. La description la plus fidèle d'un instrument de mesure, et l'exposé le plus rigoureux de la manière de s'en servir, ne remplaceront jamais le maniement de l'appareil et son application à une détermination pratique. D'ailleurs l'exercice personnel ajoute beaucoup à l'intérêt des leçons, il ouvre l'intelligence des élèves bien mieux que l'exposé des principes, seul il peut former le physicien et familiariser le médecin, l'ingénieur, etc., avec des procédés de recherche qu'ils auront plus tard à employer.

Cette partie pratique de la physique est moins négligée aujourd'hui qu'elle ne l'était autrefois : elle a sa littérature déjà bien

développée. Malheureusement les traités de manipulations les plus recommandables sont tous trop savants pour des débutants. Ils supposent chez l'élève des connaissances pratiques et des qualités d'expérimentateur que l'exercice seul aurait pu lui donner ; et ils le lancent trop tôt dans des recherches dont les difficultés dépassent de beaucoup ses ressources.

Il faut à ces excellents manuels une introduction appropriée, plus simple dans le choix des matières, plus pratique et plus complète dans l'exposé de détails minutieux, à première vue, mais sur lesquels il est nécessaire d'attirer, non pas une fois mais bien des fois, l'attention de l'élève.

C'est cette introduction élémentaire aux traités plus relevés, c'est ce guide des premières excursions dans le domaine de la méthode expérimentale, que M. Vandevyver s'est proposé d'écrire. La préface qui ouvre son livre en indique très nettement le but; nous en extrayons les lignes suivantes :

" En publiant le présent recueil d'exercices pratiques élémentaires, nous avons eu en vue de faciliter aux élèves les premiers pas qu'ils feront dans un laboratoire de physique...

„ Nous avons choisi de préférence des exercices qui peuvent être utiles à tout élève, quelle que soit la carrière à laquelle il se destine ; d'autre part, les manipulations exposées ici constituent une entrée en matière pour les élèves qui désirent étudier la physique d'une façon plus approfondie et qui seront, par cela même, amenés à faire des exercices plus compliqués.

„ Nous avons, autant que possible, évité la théorie et les descriptions approfondies. Nous supposons l'opérateur devant l'appareil et nous attirons son attention sur les parties qui doivent spécialement lui servir au cours de l'exercice. „

Ce programme a été parfaitement rempli.

L'éducation scientifique de l'auteur, le choix judicieux des exercices, la précision et la clarté de la rédaction, l'abondance des détails pratiques qui ne se perdent pas dans des exposés théoriques superflus, garantissent d'avance un succès sérieux à cet excellent manuel. Nous n'hésitons pas à le recommander aux maîtres et aux élèves.

J. Thirion, S. J.

VI

Essais d'or et d'argent, par H. Gautier, professeur agrégé à l'École de Pharmacie de Paris *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire)*. — Petit in-8° de 203 pages. — Paris, Gauthier-Villars, G. Masson, 1892.

Pour apprécier ce livre, il importe de tenir compte du caractère essentiellement pratique de l'*Encyclopédie des Aide-Mémoire*. M. H. Gautier a voulu écrire un *manuel de l'essayeur ;* à notre avis, il y a pleinement réussi, et son *Aide-Mémoire* ne nous paraît pas inaccessible à l'orfèvre intelligent qui aurait quelques notions de chimie générale.

L'exposé des méthodes relatives à la détermination qualitative et quantitative des alliages précieux y est fait dans un ordre très logique, avec clarté, rigueur et concision. Pas de données théoriques superflues, pas de détails d'érudition inutiles, pas de longues énumérations de procédés d'analyse moins sûrs et abandonnés.

Dans une première partie, qui sert d'introduction à l'étude des méthodes d'essai, M. Gautier décrit d'abord les propriétés physiques et chimiques, les caractères analytiques et les usages du plomb, du cuivre, du mercure, de l'argent, de l'or et du platine. Le plomb joue un rôle important dans les essais par coupellation; le mercure est employé pour l'extraction des métaux précieux, et ceux-ci en retiennent parfois de petites quantités qui nécessitent des modifications dans les procédés de dosage; le platine et surtout le cuivre se rencontrent dans les alliages d'or et d'argent. Il importait de bien préciser les conditions qui permettent de reconnaître ces divers métaux et d'établir leur proportion dans un mélange.

Le cuivre ajouté en petites quantités aux métaux précieux les rend plus durs, plus résistants à l'usure, plus fusibles et plus faciles à travailler; aussi n'emploie-t-on plus ceux-ci à l'état de pureté. Seulement la valeur de l'argent et de l'or étant très grande par rapport à celle du cuivre, l'usage sans contrôle de ce dernier métal pour la fabrication des monnaies, de la bijouterie et de l'orfèvrerie ne pouvait manquer de devenir l'objet d'exploitations frauduleuses. Les gouvernements ont réglementé le rapport du poids de *fin* ou métal précieux pur au poids total de l'alliage. Dans le deuxième chapitre, l'auteur raconte, d'une

manière fort intéressante, ce qui a été fait en France depuis la fin du siècle dernier pour la fixation légale du *titre* des alliages monétaires et d'orfèvrerie. Il montre en passant comment le phénomène si curieux de la *liquation* a forcé la loi d'admettre une *tolérance* pouvant, pour certains alliages, aller jusqu'à 10 millièmes en moins. Suivent l'exposé de l'ancien système monétaire français, un extrait de la convention survenue le 6 novembre 1885 entre les pays de l'*Union latine,* la méthode de conversion des titres anciens en titres actuels, et enfin un court aperçu sur les procédés de fabrication des fausses monnaies.

Nul doute que les lois portées ne fussent restées lettre morte, si l'État ne s'était chargé du *contrôle* du titre des alliages d'or et d'argent, pour les monnaies et pour tous les objets d'orfèvrerie destinés à être mis en vente ; car il est presque impossible, même pour une personne exercée, de reconnaître le titre d'un objet à ses caractères extérieurs. Comme M. Gautier le dit dans le chapitre troisième, la loi y a pourvu par l'établissement de *bureaux de garantie,* et l'adoption d'un système uniforme de *poinçonnage* qui rend toute fraude impossible et donne au public tous les apaisements désirables.

Personne ne contestera l'à-propos de ces préliminaires.

La seconde partie, ou partie pratique, débute par deux chapitres sur les réactifs et les appareils nécessaires pour les essais d'or et d'argent ; on y trouve les moyens de purification des produits, les procédés de préparation et de vérification des liqueurs titrées employées dans les dosages volumétriques, et une foule d'indications spéciales destinées surtout à ceux qui n'ont pas la pratique des analyses.

La série des essais proprement dits fait l'objet des chapitres suivants. Souvent on a besoin de connaître d'une manière *approximative* le titre d'un bijou d'or ou d'argent. On emploiera alors soit la méthode du *touchau* et de la *pierre de touche,* soit la méthode hydrostatique qui, en donnant la densité de l'alliage, fixe à peu près la composition centésimale. Ces deux méthodes sont rapides et ne détériorent pas l'objet à examiner ; mais, dans la plupart des cas, elles sont insuffisantes.

Pour les essais précis des alliages de cuivre et d'argent, on peut recourir à la *coupellation*. Ce procédé *par voie sèche* est connu depuis la plus haute antiquité. Sa mise en pratique est assez délicate et conduit toujours à un titre trop bas. On lui préfère généralement la méthode *par voie humide* imaginée par Gay-Lussac, qui déduit le poids de l'argent contenu dans l'alliage de la

quantité de chlorure d'argent qu'il peut fournir. Elle est rapide et assez sensible pour permettre l'appréciation à un quart de millième près; l'emploi d'un outillage spécial et des tables de calcul, dressées par Gay-Lussac lui-même, la rendent encore beaucoup plus commode. Une autre méthode par voie humide consiste à peser le chlorure d'argent formé aux dépens d'un alliage. Moins expéditive que la précédente, elle donne des résultats très exacts, si l'on a soin de faire les différentes opérations à l'abri de la lumière.

L'auteur passe ensuite aux essais des alliages d'or et de cuivre. La coupellation est le procédé de séparation le plus employé; mais elle se complique d'un mode opératoire spécial et plus long qu'impose la présence ordinaire de traces d'argent dans l'or du commerce. Il existe un procédé par voie humide recommandable pour l'essai d'alliages riches en or et renfermant certains métaux tels que le platine et l'argent. Ce procédé revient à dissoudre l'échantillon dans l'eau régale, à précipiter l'or métallique par le sulfate ferreux ou par l'acide oxalique et à peser le précipité après dessiccation convenable.

On sait que dans le commerce des métaux précieux on a souvent à examiner des alliages *ternaires* d'or, d'argent et de cuivre (or jaune, or blanc, doré) et aussi des alliages d'or, de platine, d'argent et de cuivre. Le sixième chapitre indique les modifications à apporter aux méthodes décrites, si on veut les appliquer à ces composés.

Dans une sorte d'appendice, M. Gautier traite encore de l'affinage des métaux précieux. Cet affinage a pour but d'extraire soit des traces d'argent d'un alliage d'or et de cuivre, soit des traces d'or d'un alliage de cuivre et d'argent, toutes les fois que le poinçonnage officiel ne tient pas compte de la présence de cette petite quantité de métal précieux. Il y aura avantage à le pratiquer si la quantité d'or et d'argent alliée a une valeur supérieure à la dépense qu'exige l'extraction. Une des méthodes repose sur la propriété que possède l'acide azotique de dissoudre le cuivre et l'argent tout en laissant l'or intact, et sur celle qu'a le cuivre de précipiter l'argent métallique de la dissolution de son azotate. L'autre, moins coûteuse, quoique toute semblable, utilise l'action dissolvante de l'acide sulfurique concentré et chaud sur le cuivre et l'argent, et la résistance de l'or métallique à cet acide. Outre les déchets d'orfèvrerie, on affine surtout les lingots d'argent venant de la Chine, de la Cochinchine et de l'Amérique.

F. D.

VII

Les Textiles végétaux, leur examen microchimique, par H. Lecomte, docteur ès sciences, professeur agrégé d'histoire naturelle au Lycée Saint-Louis *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire)*. — Petit in-8° de 196 pages. — Paris, Gauthier-Villars, G. Masson, 1892.

Ce petit livre n'est que l'ébauche d'un ouvrage de plus grande étendue que M. Lecomte se propose de publier prochainement sur les textiles végétaux. Malgré son cadre étroit, il renferme beaucoup de données nouvelles dues aux recherches de l'auteur, et il résume fort bien les observations faites jusqu'à présent sur les propriétés et la valeur industrielle des fibres les plus employées.

La première partie est consacrée à la description des matériaux d'origine végétale susceptibles d'être *filés* et *tissés*. Des divers textiles empruntés à la plante, les uns recouvrent la graine, comme le coton; d'autres sont contenus dans la fleur ou tapissent l'intérieur du fruit, comme le duvet des Bombacées; un bon nombre enfin constituent le squelette des feuilles et de la tige, comme l'alfa d'Afrique, le chanvre et le lin; les principaux dérivent, d'une manière plus ou moins éloignée, de cellules nucléées ordinaires, par l'allongement considérable de leur axe, la disparition du noyau et du protoplasme et l'épaississement de leur membrane. Tantôt les poils sont formés par une cellule unique, isolée : c'est le cas pour le coton; tantôt les fibres, mécaniquement séparées du reste de la plante, restent associées en faisceaux, comme cela s'observe dans le chanvre bien préparé; tantôt les fibres retiennent des vaisseaux ou des cellules des rayons médullaires et du parenchyme. Il va sans dire que les modifications accidentelles, plus ou moins notables suivant les procédés de la préparation, peuvent faire varier la valeur marchande des matériaux textiles. Aussi l'auteur insiste-t-il à bon droit sur les caractères physiques distinctifs des fibres, sur leurs dimensions, leurs formes, leur couleur et leur hygroscopicité. Il n'a garde de négliger les caractères chimiques qui permettent d'arriver promptement et sûrement à la détermination d'un certain nombre d'espèces communes. A ce chapitre plus général fait suite l'étude particulière des poils et des fibres utilisés dans l'industrie. Le coton y est longuement décrit, ainsi que le réclamait

son importance exceptionnelle; l'auteur y rattache d'autres poils végétaux, l'*édredon* de l'*Ochroma*, la *ouate* du *Bombax* et la *soie* des Asclépiadées; leur production est limitée en raison de leur peu de résistance. Le chapitre troisième est réservé au chanvre, à la ramie dont la filasse est si résistante, et à deux succédanés de peu d'avenir, l'ortie et le houblon. Après une notice intéressante sur le lin, ses caractères et sa culture, M. Lecomte passe ensuite en revue le jute des *Corchorus*, textile indien, dont la valeur a été surfaite, l'écorce de tilleul employée en Russie et en Suède pour la fabrication de cordes et de nasses, le *Sida* d'Asie, l'*Urena* du Brésil, l'*Alfa* du nord de l'Afrique, le *Phormium* de la Nouvelle-Zélande, et plusieurs autres matériaux d'un usage moins répandu.

La deuxième partie du livre expose les procédés de détermination analytique des fibres végétales. On sait que les falsifications des tissus sont plus fréquentes encore que celles des denrées alimentaires. Une concurrence acharnée et la mode sans cesse changeante ont imposé la nécessité de fabriquer des étoffes composées, soit pour obtenir des effets qu'il était impossible de réaliser autrement, soit pour porter le bon marché à ses limites extrêmes. Si les progrès incessants de l'industrie moderne ont encouragé et facilité la fraude, les perfectionnements des méthodes d'observation et d'analyse permettent aussi de la combattre et d'en éviter les surprises.

Les fibres d'origine animale et celles d'origine végétale se distinguent facilement par l'action du feu, des matières colorantes et de quelques réactifs spécifiques dont l'emploi n'exige point une pratique longue et difficile. Le dosage est plus délicat qu'un simple examen qualitatif et ne donne des indications précises, même aux praticiens, qu'à la suite de plusieurs essais variés servant de contrôle les uns aux autres.

Quand les tissus sont d'origine purement végétale, il y a grand avantage à adopter une méthode mixte, reposant à la fois sur l'emploi du microscope et sur la connaissance des effets produits par divers réactifs. Au début, on se heurte à bien des difficultés; mais l'habitude et le coup d'œil s'acquièrent promptement, et bientôt nombre de caractères, futiles en apparence, guident l'observateur et finissent par lui épargner tous les tâtonnements. Dans les recherches on peut d'ailleurs tenir compte de la composition présumée du mélange, et faire des essais différents suivant qu'on soupçonne un mélange de coton aux tissus de lin et de chanvre, de chanvre aux tissus de lin, de jute ou de phormium à un autre tissu quelconque. Pourtant mieux vaut encore peut-

être s'astreindre à la marche méthodique indiquée par l'auteur et qui semble aussi sûre que celle de la détermination qualitative des substances minérales.

Dans une sorte d'appendice, M. Lecomte traite de l'essai des papiers, essai fort difficile, parce que le papier peut renfermer à l'état de mélange intime la plupart des fibres textiles, chanvre, lin, coton, associées à des débris végétaux de toutes sortes, paille, foin, bois, mousse, tannée, tourbe, pulpe de betteraves. Ici encore la marche à suivre est tracée avec une clarté et une concision qui supposent de la part de l'auteur une longue pratique et des observations minutieuses.

A la fin du livre on trouve plusieurs tableaux donnant la force de résistance comparative des différentes fibres végétales, les tarifs des droits d'entrée en 1892, et enfin une liste fort complète des ouvrages généraux ou spéciaux concernant les textiles, leurs caractères et leur analyse.

D. T.

VIII

Annuaire de l'Observatoire de Montsouris, pour les années 1892-1893. — *Météorologie — Chimie — Micrographie — Applications à l'hygiène.* — Un vol. in-18 de VI-584 pages. — Paris, Gauthier-Villars.

Cet annuaire, qui, l'an passé, se trouvait en retard d'un an, ayant paru, pour 1891, en octobre de cette année, vient de se mettre au point à l'aide d'une ingénieuse disposition. Il est bien vrai que son volume afférent à l'année 1892 n'a paru qu'en novembre de cette même année 1892; mais, au calendrier placé en tête et fournissant les données habituelles, quantièmes, jours de la semaine, phases de la lune à chaque mois, heures des levers et couchers du soleil et de la lune à chaque jour, etc. pour 1892, on a ajouté, à la fin du volume, un calendrier pareil pour 1893.

De cette façon, à partir de la fin de la présente année, paraîtra l'annuaire pour 1894, avec le calendrier de 1894 en tête. A la vérité, il contiendra le résultat des travaux de 1892 seulement, de même que celui dont le titre figure en tête de ces lignes contient les travaux de 1891. Mais on évitera cette anomalie de paraître affecter à un annuaire l'année écoulée au moment où il paraît.

Cette disposition est motivée, les éditeurs nous en avertissent sur ce que " le temps nécessaire à la rédaction et à l'impression des comptes rendus ne permet de faire paraître le volume que dans le cours du second semestre „ de l'année suivante. Il n'en a pas été toujours ainsi, puisque jusqu'en 1890, ou du moins 1889, l'*Annuaire,* paraissant dans le premier trimestre de l'année, contenait les travaux de l'année précédente.

La disposition générale du volume est la même que dans ceux des années antérieures. A la suite des renseignements et tables diverses de correction, de réduction, des tensions de la vapeur d'eau, d'hygrométrie, d'actinométrie, etc., viennent les mémoires habituels sur la *Climatologie parisienne,* par M. Léon Descroix, chef du service météorologique; sur l'*Analyse chimique de l'air et des eaux,* par M. Albert-Lévy, directeur du service chimique; et enfin (Quatorzième mémoire) *Sur les poussières organisées de l'air et des eaux,* par M. le Dr Miquel, chef du service micrographique.

C'est, dans chacune de ces spécialités, la continuation des travaux des années précédentes, dont nous avons donné le détail en leur temps. Il y a lieu toutefois de remarquer certaines additions dans le présent annuaire.

Ainsi le mémoire de M. Descroix donne, à l'aide des documents que l'auteur a pu recueillir et de ses propres observations, les températures extrêmes à Paris de 1699 à 1890; les températures moyennes de 1763 à 1891; les hauteurs mensuelles et moyennes des pluies de 1689 à 1890; les nombres mensuels des jours de gel dans le même temps; et un grand nombre d'autres renseignements météorologiques et comparés relatifs à la pluie, à la température et à la pression barométrique, etc., suivis de considérations judicieuses sur les rapports entre les anomalies climatériques et les variations de l'état sanitaire à Paris.

Dans l'*Analyse chimique de l'air et des eaux,* M. Albert-Lévy donne l'analyse complète des eaux, en commençant par procéder au dosage des matières contenues en dissolution ou combinaison dans chaque échantillon : acides carbonique, sulfurique, phosphorique, oxygène, chlore, azote organique et ammoniacal, silice, fer, alumine, chaux, magnésie, etc., puis exposant les résultats de ses analyses tant détaillées et complètes que rapides, dans les cas nombreux où l'analyse complète ne serait pas possible. — Après quoi l'auteur produit, comme les autres années, les résultats de ses analyses successivement des eaux de sources et de rivières (Vanne, Dhuis, Ourcq, Marne et Seine en divers

points de leur cours), celles d'égout et de drainage, et de la nappe souterraine à Paris, en aval et en amont de la ville. — Pour l'analyse de l'air, le savant directeur du service chimique procède comme pour celle de l'eau, exposant d'abord ses méthodes, puis fournissant les résultats obtenus par elles.

Le mémoire (XIVe) *Sur les poussières organisées de l'air et des eaux,* de M. le Dr Miquel. est, comme on le sait, une analyse micrographique ou microscopique. Nous en avons indiqué la substance dans nos comptes rendus antérieurs. D'ailleurs l'auteur rappelle, en tête de son mémoire, celui de l'année précédente ; il fait suivre ce résumé de l'exposé des opérations concernant la participation de son service à l'Exposition internationale de micrographie générale et rétrospective, qui a eu lieu à Anvers en 1891, sous la direction de M. le Dr Van Heurck. Les appareils exposés par le laboratoire de micrographie de Montsouris ont valu un Grand Prix à la ville de Paris (" On ne s'attendait guère à voir *la Ville* en cette affaire ! ") et une médaille d'or plus judicieusement attribuée, nous semble-t-il, au chef du service micrographique, le véritable exposant.

Nous n'avons pu entrer dans le détail de chacun des trois mémoires ci-dessus rappelés. Disons seulement, d'une manière générale, que ces savants travaux prouvent que les chefs de service de l'Observatoire météorologique parisien poursuivent courageusement leur marche en avant, en perfectionnant de plus en plus leurs méthodes et marchant incessamment dans la voie du progrès.

JEAN D'ESTIENNE.

IX

ANNUAIRE DU BUREAU DES LONGITUDES pour l'an 1893. — Un vol. in-18 de v-692 + A. 10, B. 75, C. 20, D. 3, E. 16, F. 12, G. 38 ou 866 pp. — Paris, Gauthier-Villars.

I. PARTIE TECHNIQUE.

La partie technique de l'*Annuaire du Bureau des longitudes* pour 1893 contient quelques modifications et additions à celui de 1892, que nous allons indiquer rapidement.

Signalons, dans la section comprise sous la rubrique *Phénomènes astronomiques principaux,* l'annonce, pour le 16 avril, d'une éclipse de soleil qui sera visible à Paris comme éclipse par-

tielle de $3^h.58^m,9$ à $4^h\ 28^m,3$, le moment de plus grande phase étant à $4^h\ 13^m,7$. Sa grandeur sera faible, et de 28 millièmes seulement du diamètre du soleil. Elle sera beaucoup plus forte à Alger, où elle atteindra 419 millièmes, et sera presque totale à Saint-Louis du Sénégal (0.970), où elle commencera à $1^h\ 8^m$ pour finir à $3^h\ 49^m,4$, ayant sa plus grande phase à $2^h\ 31^m,9$.

Dans la partie concernant le *Système solaire,* il a été ajouté au long tableau des 322 planètes comprises entre Mars et Jupiter, un petit tableau de douze de ces astéroïdes (1) avec leurs éléments, découverts par la photographie et numérotés en chiffres romains, plus treize autres(2) dont les éléments ne sont pas encore connus. Une page plus loin, le cinquième satellite de Jupiter, découvert par M. Barnard, à l'observatoire de Lick, en Californie, le 9 septembre 1892, figure pour la première fois dans les tableaux consacrés aux éléments écliptiques des satellites. Deux de ses éléments sont seulement connus : le demi grand axe de son orbite égal à deux fois et demie le demi-diamètre équatorial de la planète, et le temps de la révolution qui est de moins de douze heures ($11^h\ 49^m,38$).

Entre la section de *Géographie et Statistique* et celle des données physiques et chimiques comprises sous la rubrique : *Tables diverses,* on a introduit, cette année-ci, des " Tables de mortalité „ communiquées par la Société des Actuaires français. Elles sont précédées d'une note faisant connaître la formule, tirée du calcul des probabilités, au moyen de laquelle elles ont été calculées et le plus ou moins de garantie qu'offrent les unes et les autres.

Le tableau comparatif des thermomètres Fahrenheit et centigrade est beaucoup plus étendu qu'aux annuaires précédents. Il s'étendait seulement de —4° F, correspondant à —20° C, jusqu'à + 106 F, correspondant à + 41°,11 C. Dans l'annuaire présent, il part de — 40° F, égal à — 40° C, et va, de degrés en degrés jusqu'à 212° F, équivalent à 100° C, et de 100° en 100° F, jusqu'à 500°, représentant 260° C. A la page suivante, on trouve l'indication de la " Graduation des pyromètres „, avec la température de fusion ou d'ébullition des divers corps pour servir de repères.

(1) Neuf de ces astéroïdes ont été découverts par la photographie.
(2) Découverts, à l'exception d'un seul, par le même procédé.

II. Notices.

Elles sont au nombre de huit. Mais celle qui, de toutes, est de beaucoup la plus développée, la seconde dans l'ordre des matières, est relative à la *Corrélation des phénomènes de l'électricité statique et dynamique et à la définition des unités électriques.*

Nos lecteurs n'ont pas oublié, sans doute, ce qui a été dit dans ce recueil sur l'initiative et le dévouement de M. l'astronome Janssen, en vue de l'établissement d'un observatoire astronomique et météorologique au sommet même du Mont Blanc (1). L'illustre savant complète l'exposé des travaux concernant cette œuvre et des résultats très satisfaisants auxquels on est parvenu jusqu'à présent. Ce mémoire (Notice A) a du reste été publié par divers journaux. Nous nous bornons à le signaler.

Vient ensuite le mémoire coté B, *Notice sur la corrélation des phénomènes d'électricité statique et dynamique et la définition des unités électriques* par M. Cornu. C'est un exposé théorique et historique des principes élémentaires sur lesquels repose la science *actuelle* de l'électricité, celle qui n'est réellement constituée que depuis les grandes études de la télégraphie sous-marine, par l'acceptation définitive du rôle que joue le potentiel électrostatique dans les phénomènes du courant.

Or, pour un grand nombre d'esprits cultivés et non étrangers aux notions des sciences physiques, mais qui n'ont pu suivre la marche que fait à pas de géant, depuis quelques années, cette nouvelle science de l'électricité, il se rencontre sans cesse une foule d'expressions nouvelles et peu compréhensibles, parce qu'elles répondent à des idées également nouvelles. Qu'est-ce, par exemple, que le *potentiel ?* Qu'entend-on par *volts, ohms, watts, coulombs, farads?* Qu'est-ce qu'un *ampère?* Qu'est-ce que débit en *ampères-heure, perte de voltage, résistance en mégohms*, etc., etc.

M. Cornu a entrepris de satisfaire, à ce point de vue, les esprits désireux de connaître les idées générales qui règnent actuellement en électricité, la manière dont se sont dégagées les notions essentielles aujourd'hui reçues, les motifs enfin qui ont nécessité la création de " ce nouveau langage parfois singulier jusqu'à l'incorrection „ (on pourrait dire, toute révérence gardée,

(1) Cf. *Rev. des quest. scient.*, avril 1889, p. 607; avril 1891, p. 611; enfin avril 1892, p. 589.

jusqu'au barbarisme), mais " le plus souvent exact, bref et expressif „ (B. 66) ; renvoyant d'ailleurs aux traités spéciaux le lecteur qui aspirerait à une connaissance plus approfondie des théories électriques et de leurs applications.

C'est encore à M. Janssen que nous devons la troisième notice (C). Elle consiste dans le discours que l'éminent astronome a prononcé au Congrès des Sociétés savantes. C'est un rapide aperçu historique sur l'*Aéronautique,* les vains efforts faits en ce sens dans l'antiquité, la reprise du problème par les frères Montgolfier au siècle dernier, son abandon pendant le premier Empire, les nouvelles recherches commencées en 1852 par l'ingénieur Henry Giffard, continuées par Dupuy de Lôme, puis par MM. Tissandier, Renard et Krebs, et les résultats déjà considérables obtenus jusqu'ici. Arriverons-nous par de nouveaux progrès et dès le cours du xxe siècle à prendre possession des profondeurs de l'atmosphère au même degré que nous sommes maîtres des plaines liquides de l'Océan? M. Janssen le croit; et en raisonnant par analogie avec les progrès, aussi merveilleux qu'imprévus, réalisés depuis moins de cent ans au moyen de la vapeur et de l'électricité, on est tenté d'accepter les yeux fermés ces conclusions optimistes. Mais qui peut pénétrer les secrets de l'avenir ? A une série de progrès croissants et continus, qui sait s'il ne surgira pas, à un moment donné, dans telle ou telle direction, des obstacles insurmontables et un arrêt forcé?... A vérifier par nos arrière-neveux.

M. Tisserand a retracé (D), en quelques paroles émues, aux funérailles de M. Ossian Bonnet, le 24 juin 1892, et comme délégué du Bureau des longitudes, la carrière scientifique de ce savant, prématurément enlevé à la science qu'il avait honorée par son beau mémoire sur la *Figure de la Terre,* et par l'accroissement de précision qu'il avait donné aux formules de la Mécanique céleste.

On sait que, dans le cours de l'année 1892, l'Observatoire de Paris et le Bureau des longitudes ont fait une grande et sensible perte dans la personne du contre-amiral Mouchez, directeur de l'Observatoire.

Trois discours ont été prononcés, le mardi 28 juin, à ses funérailles, et forment, pour la commune lettre E, les 5e, 6e et 7e notices de notre annuaire. Dans le premier, le Président du Bureau des longitudes, M. Faye, parlant au nom du conseil de l'Observatoire, a fait principalement ressortir ce qui est le plus beau titre scientifique de l'amiral, la conception et la mise en

œuvre de la gigantesque opération du levé photographique de la carte du ciel avec ses 50 millions d'étoiles de la 1re à la 14e grandeur. — Le savant hydrographe M. Bouquet de la Grye, interprète du Bureau des longitudes, a retracé la carrière du brillant officier de marine doublé de l'ingénieur et du savant. — Enfin, M. Lœvy, membre de l'Institut, a rappelé, au nom de l'Observatoire, les nombreux travaux et œuvres scientifiques du regretté amiral et les titres qu'il s'était créés à l'amitié de tous les savants qui ont été en rapport avec lui.

Enfin la dernière notice (F), encore un discours, est due à M. Janssen, auteur déjà de la 1re (A) et de la 3e (C). Ce discours a été prononcé, au nom du Bureau des longitudes, à l'inauguration de la statue, à Valleraugue (Gard) du général Perrier, le restaurateur de la géodésie française, et qui fut, durant tant d'années, membre du Bureau appartenant au département de la Guerre.

JEAN D'ESTIENNE.

X

CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES. *Élasticité et résistance des matériaux,* FONTE, FER ET ACIER, par JEAN RÉSAL, ingénieur en chef des ponts et chaussées (Ouvrage faisant partie de l'*Encyclopédie des Travaux Publics).* — 1 vol. in-8° de 650 pages. — Paris, Baudry et Cie; 1892.

" Nous nous sommes proposé, dit M. Jean Résal dans son Introduction, de faire dans le présent ouvrage un exposé des connaissances générales qu'on a occasion d'utiliser dans l'étude des constructions métalliques, et d'en constituer un ensemble dont toutes les parties soient solidaires. "

Ce simple énoncé de programme suffit à faire pressentir l'importance de l'œuvre de M. Résal ; c'est un point sur lequel nous jugeons qu'il est tout à fait inutile d'insister. Mais nous nous attacherons à faire ressortir la façon dont ce programme a été rempli par l'auteur, et nous espérons faire ainsi partager à nos lecteurs la conviction que nous avons acquise en étudiant cet ouvrage, que rarement livre aussi utile, aussi complet et aussi bien fait a été mis à la disposition des ingénieurs. On ne pouvait d'ailleurs pas moins attendre de M. Résal après les

remarquables volumes déjà écrits par lui pour l'*Encyclopédie* et que nous avons analysés ici (1).

L'ouvrage se divise en quatre grands chapitres.

Dans le chapitre Ier, l'auteur expose les notions de la théorie mathématique de l'élasticité qui sont indispensables à la pleine intelligence de son sujet et en fait l'application à l'étude des propriétés élastiques des matériaux.

La théorie mathématique de l'élasticité a été cultivée pour elle-même par certains auteurs qui n'ont peut-être pas eu en vue l'objet pratique auquel elle aurait pu tendre. D'autre part, les hommes techniques, généralement rebutés par l'appareil analytique dont est entourée cette science, n'ont pas fait appel dans une suffisante mesure aux enseignements qu'elle contient. Les conditions idéales dans lesquelles on se place pour résoudre les problèmes d'élasticité ne permettent évidemment pas de faire, dans la pratique, un usage immédiat et exclusif des résultats qui se dégagent de leur solution; mais ces résultats constituent, dans l'étude des questions techniques, une première approximation qui est d'un grand secours pour arriver à une solution plus complète; ils jettent en outre sur l'explication des phénomènes observés dans la mise en œuvre des matériaux de construction une vive lumière sans laquelle bien des particularités importantes au point de vue de l'art de l'ingénieur resteraient à l'état d'énigmes.

Il faut donc savoir tout spécialement gré à M. Résal d'avoir extrait de la théorie mathématique de l'élasticité tout ce qui peut intéresser les applications pratiques, pour en faire l'exposé d'ensemble tout à la fois très net et très condensé qui constitue le premier paragraphe du chapitre Ier. Ce résumé est surtout composé d'après les traités magistraux de Clebsch et de Rankine.

La loi de continuité sur laquelle est basée cette théorie souffre en réalité de nombreuses exceptions, sur lesquelles il convient d'avoir l'attention éveillée. Aussi M. Résal en fait-il un examen approfondi, suivant qu'elles proviennent de la discontinuité des actions extérieures, de l'hétérogénéité de la matière, des solutions de continuité ou défauts d'adhérence, enfin des actions moléculaires latentes. En analysant la décomposition des actions moléculaires dans le cas d'une dérogation à la loi de

(1) Livraisons de janvier 1887 (p. 188), octobre 1887 (p. 606), juillet 1890 (p. 257).

continuité, l'auteur met en relief l'existence de points singuliers, qu'ont d'ailleurs rendue tangible, en quelque sorte, les curieuses expériences de Wertheim, de Fresnel et de Léger.

Dans le second paragraphe du chapitre 1er, où il développe plus particulièrement ses idées personnelles. M. Résal fait ressortir le parti qu'on peut tirer des principes qu'il vient d'exposer pour l'étude des propriétés élastiques des matériaux et, plus particulièrement, pour la détermination aussi exacte que possible de leurs limites d'élasticité et de sécurité.

A ce point de vue il classe les matériaux en trois grandes catégories : les corps *plastiques* (argile, plomb...), les corps *souples* (caoutchouc, cuir, carton, étoffes...) et les corps *durs* (fer, acier, bois, pierre...).

C'est pour ces derniers seulement que se vérifie la *loi de Hooke* (relations entre les déplacements élastiques et les forces extérieures représentées par des équations linéaires), et encore seulement lorsque la matière travaille au-dessous de sa *limite d'élasticité*.

M. Résal distingue, en outre, deux sortes d'hétérogénéité, l'une de *structure* et l'autre de *formation :* distinction importante, puisque l'hétérogénéité de structure seule n'empêche pas l'assimilation des matériaux à des corps homogènes, lorsque le travail élastique est partout inférieur à la limite d'élasticité.

Il s'attache aussi à mettre en évidence la notion de l'hétérotropie des matériaux, et conclut de la semi-élasticité des matériaux à la nécessité d'adopter en pratique une limite de sécurité.

La variabilité de cette limite présente pour les ingénieurs une importance capitale. Aussi l'auteur s'étend-il en détail sur les expériences entreprises dans cette voie par Wœhler et Bauschinger, sur les lois que le premier a énoncées et sur les formules que divers auteurs en ont déduites; il fait observer que la plus grande complication introduite dans quelques-unes de celles-ci ne correspond pas à un supplément d'exactitude suffisant pour justifier leur substitution à d'autres plus simples.

M. Résal soumet les lois de Wœhler à une critique serrée. Il constate que, dans bien des ouvrages anciens, des pièces travaillant dans des conditions qui, d'après ces lois, auraient dû entraîner rapidement leur ruine, ont pourtant résisté à toute détérioration. Doit-on, d'après cela, tenir pour inexactes les observations de M. Wœhler? Ce n'est pas ce que veut dire l'auteur, mais il estime qu'il a bien pu intervenir dans les expériences un facteur dont on n'a point tenu compte et qui était

peut-être de nature à en déguiser les résultats. Ce facteur, c'est le peu de durée de l'action de chaque force agissant sur les pièces expérimentées. Cette durée était limitée à 1/10 ou 1/12 de seconde. Il a donc pu se faire que, sous des alternances d'efforts si fréquemment répétées, la pièce ait pris un mouvement vibratoire en vertu duquel la limite d'élasticité aura été dépassée sans qu'on s'en préoccupât.

Quoi qu'il en soit de cette explication, M. Résal, observant qu'une expérience de cinquante années n'a apporté aucun démenti au postulatum sur lequel repose l'ancienne théorie, estime qu'il n'y a pas lieu de renoncer complètement au bénéfice de la simplicité qu'offrait celle-ci. Aussi propose-t-il une formule nouvelle (1) où, pour tenir compte dans une juste mesure de l'effet des actions dynamiques, il introduit le rapport, variable d'un élément de construction à l'autre, de l'amplitude maximum des oscillations de l'extrémité de la barre à l'allongement élastique de celle-ci.

La détermination expérimentale de la limite d'élasticité donne lieu de la part de l'auteur à une discussion approfondie qui est à signaler comme un des morceaux capitaux de l'ouvrage, et d'où il conclut une règle qui tient compte des actions *latérales* existant dans la matière considérée. La limite spécifique d'élasticité qu'il définit ainsi est, pour une matière déterminée, une fonction des seules actions moléculaires principales. La contradiction apparente de ce fait avec le résultat de certaines données d'expériences tient uniquement, comme le fait voir M. Résal, à ce que la règle de calcul employée pour l'interprétation de ces données d'expériences manque de rigueur pour certaines formes et certaines dimensions du corps étudié.

Enfin l'auteur, en étudiant la limite de rupture, met en lumière la nécessité de tenir compte de la variabilité extrême du rapport de celle-ci à la limite d'élasticité.

Quelque importantes que soient les données fournies par la théorie de l'élasticité, d'une part elles sont généralement de forme trop compliquée, d'autre part les hypothèses admises dans leur démonstration sont généralement trop loin d'être réalisées dans la pratique pour qu'elles puissent se prêter à un usage courant. De là l'utilité de cette science mixte fondée en partie sur les principes de l'élasticité, en partie sur un ensemble de données

(1) Nous constatons avec plaisir que, suivant le vœu exprimé dans ma *Nomographie*, M. Résal donne la traduction de sa formule sous forme d'abaque.

d'observation, et qui est connue sous le nom de *résistance des matériaux*. M. Résal, en tant qu'elle intéresse son sujet, en fait aussi un exposé condensé dans le chapitre II de son ouvrage.

Il débute par des généralités sur les corps prismatiques, qui comprennent, outre les définitions nécessaires, le rappel de certaines notions comme celles qui se rapportent aux moments d'inertie. Signalons à ce propos un tableau très complet de toutes les sections qui se rencontrent dans la pratique avec détermination des éléments suivants : aire, moment d'inertie, rayon de gyration, module de compression et de traction, module de flexion, module de glissement.

L'auteur, après avoir mis très nettement en évidence les circonstances requises pour que l'application de la résistance des matériaux soit légitime, énonce l'hypothèse fondamentale sur laquelle elle repose, et qui consiste à admettre que toute section plane normale à la fibre moyenne conserve ce double caractère pendant la déformation. Cette hypothèse ne peut d'ailleurs se concilier avec les principes de la théorie de l'élasticité que moyennant certaines conditions qui découlent très nettement de l'analyse présentée par l'auteur, et qu'il fait suivre de l'examen des cas où celles-ci sont au moins approximativement remplies.

Pour la recherche de l'effort tranchant, l'hypothèse, ainsi que le fait voir M. Résal, ne saurait s'appliquer. Aussi l'approximation obtenue dans ce cas est-elle assez grossière. Elle fournit néanmoins, au point de vue pratique, des indications qui ne sont pas sans utilité.

En ce qui concerne la recherche des forces de liaison, l'auteur est amené à faire la distinction des systèmes étudiés en *hyperstatiques* et en *isostatiques,* suivant qu'il y a ou non surabondance de liaisons au point de vue de l'équilibre statique. L'importance de cette distinction ressort de la suite de l'exposé de M. Résal.

L'auteur établit et discute avec soin les formules générales destinées au calcul des pièces prismatiques. On est encore frappé, en lisant cette partie de l'ouvrage, de la puissance d'analyse et de critique de M. Résal, qui pénètre aussi profondément que possible dans les faits étudiés, et rectifie sur bien des points les interprétations qui en sont généralement données, notamment en ce qui concerne la comparaison du travail maximum au glissement avec le travail normal maximum. Cet esprit de critique se manifeste tout particulièrement dans le paragraphe où l'auteur examine en détail les circonstances qui peuvent rendre inexactes les formules de la résistance des matériaux, au

premier rang desquelles il place l'influence des actions moléculaires latérales. Ses vues sur ce point se trouvent d'ailleurs entièrement justifiées par des expériences intéressantes de M. Barba, directeur des usines du Creusot, qui viennent admirablement éclairer la question.

M. Résal examine plus particulièrement les corrections à introduire dans les formules de la résistance des matériaux pour le calcul des pièces fléchies de hauteur variable et des pièces chargées debout. Pour les premières, il montre qu'il faut substituer à la section droite de chaque plate-bande sa projection sur le plan vertical normal à l'âme de la pièce, et à l'effort tranchant absolu un effort tranchant réduit, fonction non seulement du moment fléchissant, mais encore de la hauteur variable de la pièce. Dans l'étude des secondes, il arrive, fait bien digne de remarque, par une application rationnelle de la méthode analytique, à une formule que Gordon et Rankine avaient obtenue par une voie empirique.

C'est le chapitre III qui constitue la partie essentielle de l'ouvrage, dont il porte même le titre. On peut le considérer comme une encyclopédie condensée de tous les faits relatifs à la fonte, au fer et à l'acier qui peuvent intéresser l'ingénieur constructeur.

Un premier paragraphe est consacré à la classification des produits sidérurgiques, ainsi qu'aux renseignements généraux sur leur fabrication, leur composition élémentaire et leurs propriétés caractéristiques.

Il est remarquable qu'en ce qui concerne les fers et les aciers, l'auteur, après avoir critiqué la classification proposée par le congrès métallurgique de Philadelphie, à laquelle il reproche notamment un défaut de précision dans la délimitation des fers et des aciers, s'en tient à la classification usitée par les fabricants français, qui est uniquement basée sur la considération du mode de fabrication.

Le deuxième paragraphe, qui constitue peut-être, au point de vue scientifique, la partie la plus intéressante du livre, contient la théorie des propriétés physiques et élastiques de l'acier, du fer et de la fonte. Pour cette théorie, M. Résal se base sur les travaux de MM. Osmond et Werth, d'une part, de M. Marion Howe, de l'autre, dont il fait d'ailleurs un remarquable exposé ; mais il y apporte aussi une forte contribution d'idées personnelles, qui en constitue le côté de beaucoup le plus original. A ses yeux, « les propriétés des produits sidérurgiques dépendent moins de leur composition chimique que de l'équilibre élastique de leurs élé-

ments constitutifs, soumis à l'influence d'actions moléculaires *latentes* plus ou moins énergiques. „

Il donne d'ailleurs de sa théorie une image saisissante en assimilant l'acier à un système composé de deux séries de ressorts enchevêtrés, dont la première se briserait à la limite d'élasticité et la seconde à la limite de rupture.

L'étude rationnelle des propriétés élastiques de ce système de ressorts le conduit, par une voie toute naturelle, à une explication plausible de tous les phénomènes observés sur les produits si variés de la sidérurgie, et on ne peut manquer d'être frappé de la remarquable concordance des déductions auxquelles il est ainsi amené avec les faits observés, tels notamment que les ont mis en relief les expériences de MM. Osmond et Werth.

Les notions groupées par M. Résal dans cette théorie trouvent tout naturellement leur application à la détermination des épreuves qu'il convient de faire subir aux métaux pour apprécier leurs qualités en vue de la construction. Sur ce point, l'auteur fait d'ailleurs largement appel aux résultats des belles expériences, aujourd'hui classiques, de M. Considère. Il examine ainsi, dans un premier paragraphe, les essais à la traction, et dans un second, les essais à la compression simple, à la flexion, au choc, etc. Les règles qu'il énonce et les précautions qu'il prescrit constituent le guide le plus sûr que puissent suivre les ingénieurs pour déterminer *à priori* les qualités des matériaux qu'ils ont à mettre en œuvre.

Le chapitre IV renferme l'application des principes précédemment établis au calcul des constructions métalliques.

Après une récapitulation des formules à employer pour la vérification de la stabilité d'une pièce prismatique, l'auteur résume, en ce qu'ils contiennent d'essentiel, les règlements administratifs en vigueur en France, en Autriche, en Russie, en Allemagne, concernant les limites de sécurité à admettre dans la construction des ponts.

Le reste du volume est relatif au calcul des poutres à âme pleine, des pièces courbes, des fermes à triangulation, des systèmes articulés, enfin des assemblages et des éléments accessoires.

Là encore se retrouvent les qualités critiques de M. Résal, dont les discussions s'attachent à toutes les particularités qui peuvent se présenter. On y constate également l'importance de la notion des systèmes hyperstatiques et isostatiques qu'il a définie au chapitre II.

A titre de détail, notons la façon dont l'auteur fait ressortir la supériorité des pièces droites à section constante pour résister aux effets des changements de température.

Le calcul des assemblages et des éléments accessoires est traité ici avec un soin tout particulier. C'est que l'auteur, étant non seulement un théoricien de premier ordre de l'art de l'ingénieur, mais encore un constructeur dont l'habileté s'est révélée dans nombre d'ouvrages justement réputés, a pu juger par lui-même de l'importance capitale qui s'attache, au point de vue pratique, à la question. Dans cet ordre d'idées il faut citer, parmi les contributions originales de l'auteur, d'une part les boulons à ressorts dont il a tiré un si heureux parti pour l'entretien des ponts en fonte de Paris, d'autre part le curieux dispositif articulé qu'il a imaginé pour permettre à une poutre de s'allonger ou de se raccourcir librement sous l'influence des changements de température, sans qu'elle cesse de résister aux charges verticales dans les mêmes conditions que si elle était continue d'une extrémité à l'autre.

L'esprit critique qui règne d'un bout à l'autre du livre de M. Résal, les vues originales qu'il contient, les enseignements pratiques si précis et si complets qui s'en dégagent, font de ce traité une œuvre de premier ordre destinée à rendre d'inappréciables services à tous les constructeurs, et non moins propre à fixer l'attention des savants.

M. d'Ocagne.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES

ANTHROPOLOGIE.

—

L'époque glaciaire; ses causes (1). — Après les géologues, voici un astronome, le professeur Frank W. Very, de Pittsburg, qui vient à son tour proposer une explication des phénomènes glaciaires. Il élimine les causes astronomiques, telles que l'excentricité de l'orbite terrestre ou la précession des équinoxes. Il pense que l'extension des glaces est due à des causes géologiques et géographiques. A l'époque tertiaire, les mers boréales étaient isolées par une ceinture de terre ferme, qui ne leur permettait pas, comme maintenant, de communiquer avec l'océan : le Groenland, l'Islande, les îles Féroë seraient les jalons subsistants de ce continent circumpolaire. Les mers tropicales, ne recevant pas les courants froids du nord, s'échauffaient et émettaient des vapeurs abondantes qui se répandaient jusque dans les régions polaires, les protégeaient contre les effets du rayonnement et y entretenaient un climat relativement tempéré. Mais il arriva plus tard que le cercle circumpolaire vint à se rompre. Il s'établit entre l'océan et les mers polaires une communication dont les conséquences peuvent se résumer ainsi : suppression du voile nuageux des contrées septentrionales ; rayonnement et froid

(1) Frank W. Very, *The Terminal Moraine of the Continental Ice Sheet and the Ice Age*, dans Transact. Acad. of Science and Art of Pittsburg, 1892; — et L'Anthropologie, t. III, 1892, p. 437.

local; refroidissement lent des eaux océaniques qui continuent pendant longtemps encore à produire d'abondantes vapeurs; condensations intenses et formation de glaciers. Les phénomènes glaciaires diminuèrent quand les eaux de l'océan, suffisamment refroidies, cessèrent d'émettre autant de vapeurs. Cette théorie n'explique pas la périodicité des effets glaciaires, les alternatives de réchauffement et de froid, les périodes de progression des glaciers et les phases interglaciaires. Elle est donc insuffisante.

Les alluvions quaternaires du nord de la France et de la Belgique (1). — J'ai résumé ici (2) les études de M. Ladrière sur les alluvions quaternaires de la Hesbaye, des Flandres, des vallées de la Sambre, de l'Escaut, de l'Oise, de la Somme. Elles viennent de recevoir une solennelle confirmation, à la suite de la visite d'une Commission formée de géologues français et belges, qui en ont reconnu la parfaite exactitude. L'un des membres de la Commission, M. Boule, a publié ses appréciations personnelles, que je vais résumer. Le quaternaire du nord de la France et des provinces voisines de la Belgique se compose, comme l'a établi M. Ladrière, de trois assises parfaitement indépendantes les unes des autres. Elles se trouvent toutes les trois au fond des vallées. L'assise inférieure seule est nettement fluviatile. Elle ne s'élève pas à plus de 25 ou 30 mètres au-dessus des cours d'eau actuels. Au-dessus de cette cote, on ne trouve que les assises moyenne et supérieure, dues à une tout autre cause. Elles sont l'effet du ruissellement des eaux pluviales sur les pentes. Elles commencent l'une et l'autre par un cailloutis local et finissent par du limon et un ancien sol, renfermant, à tous les niveaux, des débris de végétaux et de coquilles terrestres. Elles indiquent une périodicité régulière d'un même phénomène général dans tout le nord de la France. La Commission a constaté que les silex taillés du type mesvinien des géologues belges appartenait à un niveau qui correspond au gravier inférieur à *Elephas primigenius* de M. Ladrière. A ce niveau, on trouve soit des types chelléens, soit des types moustériens. A Saint-Symphorien, le moustérien est à la base et le chelléen au-dessus. C'est le contraire de ce qu'on observe aux environs de Paris, où le chelléen occupe, par rapport au

(1) Boule, *Une excursion dans le quaternaire du Nord de la France*. L'Anthropologie, t. III, 1892, p. 427.

(2) Rev. des quest. scient., juillet 1892, pp. 308 et suiv.

moustérien, un niveau inférieur caractérisé par l'éléphant antique. M. Boule conclut qu'il n'y a pas de classification possible avec les silex taillés pris isolément; mais qu'en s'aidant de la paléontologie, on doit rapporter les trois niveaux étudiés par M. Ladrière au quaternaire supérieur.

Le paléolithique italien (1). — M. Adrien de Mortillet a résumé dans une étude très complète les observations concernant l'industrie paléolithique ou quaternaire en Italie. Sauf le Piémont, la plupart des provinces ont fourni des témoins de cette civilisation primitive. Le solutréen et le magdalénien des archéologues français y font défaut. Mais l'acheuléen et le moustérien sont abondamment représentés, soit dans les alluvions, soit sur les plateaux. Comme en France, comme en Belgique, ces deux types occupent des positions stratigraphiques variables. Ainsi, dans la vallée du Santerno, aux environs d'Imola, le moustérien se trouve dans les terrasses des niveaux moyens, sur le flanc des vallées, tandis qu'aux environs de Pérouse, ce sont les types chelléens qu'on rencontre à ce niveau. Ils se montrent aussi dans les alluvions du fond des vallées mêlés aux types moustériens. Même mélange dans les alluvions inférieures de la vallée du Liri, affluent du Garigliano.

Le magdalénien en Suisse (1). — M. Boule a fait connaître une nouvelle station magdalénienne découverte aux environs de Schaffouse, au pied des roches de Schweizersbild, par le Dr Nuesch. On y distingue trois zones superposées : la première néolithique, la seconde paléolithique ; la plus profonde est dépourvue des traces de l'homme. Le tout repose sur des alluvions, en rapport avec des moraines de la dernière époque glaciaire. Ainsi l'homme n'est venu au Schweizersbild qu'après le retrait du grand glacier du Rhin.

La couche paléolithique contient des débris de rennes en abondance, l'ours, le glouton, le loup, le lièvre, l'isatis, le cheval, le bouquetin, et de nombreux oiseaux, parmi lesquels le *Lagopus*. C'est du quaternaire récent. Les silex taillés sont de petite dimension. Ce sont des couteaux, des lames, des grattoirs, des

(1) A. de Mortillet, *L'Industrie humaine pendant les temps quaternaires en Italie.* Revue mensuelle de l'École d'anthropologie de Paris, 15 nov. 1891.

(1) M. Boule, *Nouvelle station de l'âge du Renne, près de Schaffouse.* L'Anthropologie, 1892, p. 633.

burins, des perçoirs, des scies. On croirait voir, dit M. Boule, le mobilier d'une grotte de la Vezère. Les os travaillés consistent en pointes peu ou pas ornées, en aiguilles, en bâtons de commandement brisés. On a recueilli un harpon barbelé; quelques figures d'animaux, gravées sur os ou sur pierre. Cette station paraît moins riche que la grotte voisine de Thayngen. Mais les fouilles sont à continuer.

Les grottes de Menton (1). — Les lecteurs de la *Revue* connaissent déjà les grottes des Baoussé-Roussé près de Menton (Italie), rendues célèbres par les belles trouvailles paléontologiques et anthropologiques qu'on y a faites depuis une quarantaine d'années (2). Les fouilles les plus retentissantes furent celles du Dr Rivière. On sait que ce savant explorateur a mis au jour de nombreux squelettes humains, qu'il considère comme contemporains de la couche dans laquelle ils reposaient, c'est-à-dire comme quaternaires. Ces conclusions sont contestées. Aux yeux de quelques auteurs, les ornements, les silex taillés et les débris d'animaux qui accompagnaient les squelettes, paraîtraient d'un âge plus récent que le quaternaire.

La découverte de nouveaux squelettes dans une de ces grottes, la Barma Grande, incomplètement fouillée par M. Rivière, a fourni à un nouvel explorateur, M. Verneau, l'occasion de faire quelques constatations d'un très grand intérêt.

Les squelettes, dont les parures consistent en dents d'animaux, en coquillages, en vertèbres de poissons, en pendeloques, qui rappellent absolument les trouvailles de M. Rivière, reposaient, comme les squelettes découverts par ce dernier, sur une couche d'argile ferrugineuse. M. Verneau a constaté que le terrain était d'une nature différente, à côté de la terre rouge, comme si celle-ci avait été déposée au fond d'une fosse creusée artificiellement. Les ornements, les silex taillés et les os d'animaux, trouvés au voisinage immédiat des squelettes, diffèrent notablement de ceux qui se trouvent dans le sol non remanié. Les animaux appartiennent à la faune récente. On n'y trouve aucune espèce quaternaire.

Les observations de M. Verneau tendent à renverser complètement celles de M. le Dr Rivière. Le remplissage primitif de la

(1) Dr R. Verneau, *Nouvelle découverte de squelettes préhistoriques aux Baoussé-Roussé*, près Menton. L'Anthropologie, 1892, p. 513.

(2) Voir Revue des questions scientifiques, juillet 1886, p. 74.

grotte serait bien quaternaire. L'homme a été contemporain de la formation, mais les sépultures seraient d'une époque plus récente. Les corps ont été inhumés dans des fosses creusées dans le sol ancien. L'absence de poterie, de pierre polie, la présence d'un cerf de grande taille, aujourd'hui disparu de la contrée, font penser que ces sépultures doivent remonter au début de l'ère géologique actuelle, à une époque intermédiaire entre l'âge de la pierre taillée et celui de la pierre polie.

Les squelettes sont ceux d'un homme, d'une femme et d'un adolescent. Les crânes sont dolichocéphales et du type de Cro-Magnon.

Les trois individus appartenaient à une race de haute stature. La taille de la femme et de l'adolescent était de $1^{m}65$, et l'homme n'avait guère moins de 2 mètres. Cela rappelle les trouvailles de M. le Dr Prunières dans la Lozère et de M. de Lapouge dans l'Hérault.

La fin de l'époque néolithique en Espagne (1). — Sous ce titre, M. L. Siret a fait connaître les superbes résultats d'une nouvelle campagne de recherches archéologiques dans la péninsule ibérique. Ils permettent de suivre, d'une extrémité à l'autre de la Méditerranée, les traces d'une civilisation qui avait son centre principal dans les contrées orientales. Les fouilles de M. Siret ont mis au jour des idoles, des poteries, des fusaïoles rappelant celles de la plus ancienne ville d'Hissarlik. D'autres objets, des poteries, certains motifs de décoration évoquent le souvenir des antiquités de Tirynthe, de Mycènes, de la Phénicie, de l'Égypte. La métallurgie est connue. Ici on ne trouve que du cuivre, là du bronze, ailleurs du fer; partout aussi des instruments en silex et en pierre polie mêlés aux métaux. Peut-être ces divers groupes représentent-ils des âges différents. Mais il y a entre eux tant de traits communs qu'on pourrait y voir plutôt les phases rapprochées d'une même civilisation qui, d'après M. Siret, aurait régné sur toute la Péninsule. Dans le nord, les mégalithes seraient ses témoins. On la suivrait en France, en Grande-Bretagne, en Danemark. C'est la civilisation des dolmens et des cryptes mégalithiques.

Dans les sépultures espagnoles de cet âge, l'inhumation

(1) Louis Siret, *Nouvelle campagne de recherches archéologiques en Espagne : La fin de l'époque néolithique.* L'Anthropologie, t. III, 1892, p. 385.

domine. Mais on y rencontre aussi l'incinération. Les petits caveaux en pierre sous tumulus, avec couloirs d'accès, sont les plus nombreux. Mais leur architecture est très variable. Dans la province de Malaga, ils deviennent de véritables dolmens. Le plus connu est celui d'Antequera. Dans une nécropole de la province d'Almeria, on rencontre presque exclusivement un type rappelant celui des tombeaux à coupoles de l'époque mycénienne du Péloponèse.

En vérité, on se demande pourquoi M. Siret classe tout cela sous la rubrique de l'époque néolithique. Ces cités, ces nécropoles appartiennent à l'âge des métaux, puisqu'on y a trouvé le cuivre, le bronze et le fer. Ces mélanges dérangent bien un peu les classifications systématiques. Mais, quand les cadres provisoires deviennent trop étroits, il n'y a pas à se gêner pour les rompre et s'en dégager. Constatons que le domaine du néolithique proprement dit tend à se rétrécir de plus en plus. Il y a longtemps que M. l'abbé Hamard a appelé sur ce fait l'attention des archéologues. Il est possible et même certain qu'à l'époque où des navigateurs phéniciens ou autres apportaient, sur les rivages de la Méditerranée et de l'Océan, les riches produits de l'industrie orientale, de misérables populations, vivant à l'intérieur des terres loin des routes commerciales, se trouvaient encore réduites à l'usage exclusif des outils de pierre. Cela ne constitue pas deux époques différentes, mais deux aspects d'un même âge de l'humanité.

L'âge du bronze en Grèce et en Orient (1). — Après avoir passé en revue les explorations récentes en Orient, en Égypte, en Chypre, à Rhodes, en Syrie, en Troade, en Grèce, à Athènes, à Mycènes, à Tirynthe, à Amorgos, à Santorin, etc., M. Montelius cherche à grouper les éléments d'une classification de l'âge du bronze oriental, qu'il divise en cinq périodes. La première correspond à l'âge du cuivre. Les instruments sont en cuivre et en pierre; les vases sans décoration peinte. C'est l'état de civilisation de la plus ancienne ville d'Hissarlik. Avec la seconde période apparaît le bronze. La pierre est toujours d'un usage commun. Il n'y a ni épées ni fibules. Les vases peints sont encore absents (deuxième ville d'Hissarlik). La troisième période

(1) O. Montelius, *L'Age du bronze en Orient et en Grèce*, Archiv. für Anthropologie, 1892, t. XXI, pp. 1-40. Compte rendu par M. S. Reinach, dans L'Anthropologie, t. III, 1892, pp. 450-460.

forme le deuxième âge du bronze; l'usage des épées commence à la fin de cette période. Il n'y a pas encore de fibules. Les vases en poterie sont ornés parfois de peintures rudimentaires, sans couverte (cistes en pierre d'Amorgos). La quatrième période voit apparaître les vases avec couverte peinte, tels qu'on les trouve à Mycènes dans les tombes plates. Enfin, à la cinquième et dernière période, le fer commence à se montrer sous la forme d'anneaux. A cette époque apparaissent les haches percées d'un trou d'emmanchement, les fibules. C'est le bel âge des tombeaux à coupoles de Vaphio et de Mycènes (sixième ville d'Hissarlik). L'art mycénien de cet âge a pénétré en Egypte sous la XVIIIe dynastie. Cette circonstance nous permet de lui attribuer une date aux environs du XVe siècle avant J.-C. L'âge du cuivre remonterait au XXe siècle, et l'âge du fer commencerait avant l'an 1000.

L'inhumation est généralement pratiquée en Europe à l'âge du bronze. C'est seulement à la fin de cette période, et pendant l'âge du fer surtout, que l'incinération s'y introduisit. D'où cette pratique est-elle venue ? On pense naturellement à l'Inde, où elle est très ancienne. Mais l'Inde est séparée de l'Europe par une vaste région où l'incinération n'a jamais existé. Ne serait-ce pas plutôt que les Européens ont adopté spontanément la pratique de l'incinération? Telle est la conclusion de M. Montelius, qui suggère à M. Salomon Reinach ces réflexions fort justes : " En vérité, dit-il, l'on ne conçoit guère qu'il en puisse être autrement, car l'influence préhistorique de l'Inde sur l'Europe est un de ces romans auxquels il faut absolument renoncer. En archéologie comme en linguistique, la Grèce a gagné tout ce que l'Inde a perdu. "

L'âge de la pierre en Égypte (1). — De nombreux explorateurs ont recueilli des instruments de pierre en Égypte. MM. Hamy, sir John Lubbock, Henry W. Haynes, en ont rapporté des types paléolithiques rappelant le chelléen et le moustérien. Le général Pitt River y a fait de belles récoltes de silex taillés. Dès 1868, j'avais moi-même recueilli, à la base du limon nilotique moderne, des débris paraissant appartenir à une station néolithique. Il s'y trouvait une hachette polie. Néanmoins les égyptologues, tenant compte de la rencontre fré-

(1) E. Cartailhac, *L'Age de la pierre en Égypte.* L'Anthropologie, t. III, 1892, p. 405.

quente d'objets en pierre polie et taillée dans les monuments des temps historiques, révoquaient en doute la réalité d'un âge de la pierre préhistorique dans la vallée du Nil. De récentes découvertes de M. Flinders Petrie ont montré en effet que l'emploi d'instruments en silex est resté très populaire depuis les temps les plus reculés jusqu'à notre ère. Le savant explorateur a exhumé des ruines de Kahoun, ville de la XIIe dynastie, outre de nombreux objets mobiliers et des outils en bronze et en bois, une immense quantité de silex taillés. Il y en avait dans toutes les maisons, pour les usages les plus variés, des haches, des ciseaux, des couteaux, des scies, des faucilles, etc. Ces outils de silex datent de la XIIe et de la XIIIe dynastie, qui remontent à 2500 et 3200 ans avant J.-C. A cette époque, l'art de tailler le silex atteignit son apogée en Égypte, d'après M. Flinders Petrie. Les outils en pierre devinrent rares à partir de la XVIIIe dynastie; mais on continua à s'en servir jusqu'au début de notre ère. On ne serait donc pas autorisé à parler d'un âge de la pierre préhistorique en Égypte.

M. Carthailhac n'accepte pas ces conclusions. Il croit qu'au plus lointain horizon le riverain du Nil était semblable à l'homme primitif de Hoxne, de Saint-Acheul, de San Isidro, de l'Algérie, de Madras, de Trenton. Il n'y a que des fouilles conduites géologiquement dans les atterrissements de la vallée du Nil qui pourraient permettre de trancher la question.

La race la plus ancienne de la Russie (1). — D'après M. Bogdanow, le peuple le plus ancien de la Russie est dolichocéphale, très homogène à Souldja, Podolsk, Minsk, Pultava, Iaroslav, et entouré au nord, à l'est et au sud de brachycéphales en majorité. L'élément brachycéphale ne commence à jouer un rôle important que dans les temps modernes. L'augmentation générale de la brachycéphalie est commune à tous les peuples civilisés. Les brachycéphales primitifs seraient venus par le Danube et le Dnieper. Un autre courant aurait passé par Minsk, Iaroslav et Moscou, venant d'Orient comme le précédent. Un troisième courant occidental aurait pénétré par la Galicie, la Vistule et le Danube. M. Bogdanow établit que la vieille race dolichocéphale leptoprosope se trouve dans les Kourganes, surtout

(1) A. Bogdanow, *Quelle est la race la plus ancienne de la Russie?* Congrès internat. d'anthrop. et d'archéologie préhist. de Moscou, 1892, dans L'Anthropologie, 1892, p. 807. Compte rendu par M. le Dr Topinard.

en Russie centrale, et que le même type existait aux temps préhistoriques dans toute l'Europe. Dans les tombeaux modernes il diminue à partir du xve siècle, pour faire place aux brachycéphales.

A. Arcelin.

BOTANIQUE.

FÉCONDATION. — STRUCTURE PROTOPLASMATIQUE.

Les développements rapides de la technique microscopique, ce puissant levier des sciences biologiques, permettent de reprendre périodiquement et avec des avantages inespérés des questions qui semblaient d'abord avoir reçu tous les éclaircissements dont elles étaient susceptibles.

Fécondation comparée dans les deux règnes. — Telle la question de la fécondation, reprise alternativement chez les animaux et chez les végétaux, et s'enrichissant chaque fois d'observations imprévues, dont bénéficie largement cette thèse scientifique si fertile en conséquences.

Cette fois, ce sont les botanistes qui, mis en haleine par des aperçus nouveaux dus aux travaux des zoologistes et secondés par une technique perfectionnée, ont mis en pleine lumière plusieurs points laissés dans une espèce de pénombre et ont indiqué la voie des investigations de l'avenir en découvrant des horizons nouveaux.

M. Guignard, dans son dernier mémoire sur ce sujet (1), met parfaitement la question au point, en faisant la synthèse comparée des nombreux travaux que ce difficile problème a provoqués jusqu'ici de la part des biologistes.

On sait que la connaissance de la fécondation se réduisait, il n'y a que peu d'années, à la notion exacte, mais assez vague, de la fusion, cytoplasme à cytoplasme et noyau à noyau, de deux cellules préalablement différenciées sexuellement.

Les points les plus importants qui paraissent plus ou moins

(1) L. Guignard, *Nouvelles études sur la fécondation*. Annales des sciences naturelles, Paris, 1891, t. XIV.

définitivement acquis depuis, peuvent être brièvement catalogués comme suit :

1° Numération des chromosomes ou bâtonnets nucléiniens :

a) Fixité du nombre des éléments chromatiques dans les noyaux sexuels.

b) Égalité habituelle du nombre de ces éléments dans les deux noyaux sexuels d'une même espèce.

c) Constance habituelle de ce nombre dans les individus d'une même espèce.

d) Variations de ce nombre avec les espèces et parfois même avec les variétés d'une même espèce.

e) Rapport de moitié de ce nombre avec celui des chromosomes des noyaux des cellules somatiques.

Témoins les exemples actuellement connus dans les deux règnes :

Végétaux : *Lilium, Fritillaria, Tulipa, Tradescentia, Helleborus, Chlorophyton* . .	12	chromosomes.
Allium, Alstroemeria, Ceratozamia	8	"
Convallaria et divers genres d'*Orchidées* . .	16	"
Muscari	24	"
Animaux : *Salamandra, Forficula, Pyrrhocoris*	12	"
Lépidoptères.	30	"
Ascaris megalocephala, suivant la variété . .	1 ou 2	"
Ascaris lumbricoides	24	"
Coronilla robusta	4	"
Spiroptera strumosa, Ophiostomum mucronatum	6	"
Filaria mustelarum	8	"

Dans ces exemples, quand il a pu être observé, le nombre des chromosomes dans les noyaux somatiques a généralement été reconnu double de celui indiqué ci-dessus pour les noyaux sexuels.

2° Réduction de moitié du nombre des chromosomes des noyaux somatiques effectuée :

a) Dans les végétaux, toujours, et tout d'un coup, au moment de la première division du noyau de la cellule-mère définitive du grain de pollen, et du premier noyau du sac embryonnaire : le filament chromatique probablement continu de ces noyaux au repos se segmentant en un nombre de bâtonnets moitié moindre

que lors des divisions antérieures, et les divisions subséquentes étant *équationnelles* (1).

b) Chez les animaux, peut-être à des moments variables entre la première et la seconde bipartition du noyau de la cellule-mère, et cela probablement par division *réductionnelle* de la plaque nucléaire.

3° Incertitude actuelle vis-à-vis de l'autonomie des chromosomes dans les noyaux tant sexuels que somatiques au repos, alors qu'ils sont ou paraissent soudés en un filament continu, ou qu'ils revêtent l'aspect d'une substance réticulée ou granuleuse.

Probabilité plus grande pour la négative, eu égard à l'inconciliabilité de cette autonomie avec un grand nombre de faits.

4° Copulation des noyaux mâle et femelle réduite probablement à la fusion du sac nucléaire et des nucléoles; bien que les éléments chromatiques des deux noyaux, restés plus ou moins longtemps distincts et séparés, concourent également à la formation de la plaque nucléaire, lors de la première segmentation de l'œuf; et sans qu'on puisse dire si les chromosomes d'origine différente se fusionnent ou non lors des segmentations ultérieures.

5° Existence générale des *sphères directrices* ou *attractives* dans les cellules végétales, sexuées ou non, aussi bien que dans les cellules animales, où elles ont d'abord été constatées.

6° Origine générale des sphères directrices par bipartitions répétées avant chaque caryocinèse.

7° Fusion deux à deux, au moment de la fécondation, des sphères directrices d'origine différente, comme éléments essentiels représentatifs des deux cytoplasmes.

8° Caractère d'incertitude de toutes les hypothèses formulées jusqu'ici sur la sexualité, la fécondation, la parthénogénèse et l'hérédité.

Germination du pollen des gymnospermes. — Dans un ordre d'idées connexe, les recherches de W. C. Belajeff (2) sur la germination du grain de pollen des gymnospermes ne

(1) La division est dite 1° *Équationnelle*, lorsque, par suite de la subdivision de chacun des chromosomes de la plaque nucléaire, chaque couronne polaire en reçoit un nombre égal à celui de la plaque.

2° *Réductionnelle*, quand, en l'absence de pareille subdivision, les couronnes polaires n'ont chacune, après partage égal, qu'un nombre de chromosomes moitié moindre.

(2) W. C. Belajeff, *Zur Lehre von den Pollenschlauche der Gymnospermen.* Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, Bd IX, Heft 8, 1891.

manquent pas d'intérêt, en ce sens qu'elles modifient les idées admises et enseignées sur ce sujet.

Le pollen des gymnospermes se segmente, comme on sait, en deux ou plusieurs cellules, dont une grande et une ou plusieurs petites. D'après Strasburger, dont l'opinion était suivie, à défaut d'autres, la grande cellule formait le tube pollinique et intervenait elle-même dans la fécondation.

Ce n'est, paraît-il, que la première phase du phénomène qui avait pu suggérer cette idée. Car, s'il est vrai que la grande cellule est seule d'abord à former le tube pollinique, ce n'est qu'à titre de cellule conductrice; plus tard, les petites cellules, qui continuaient à occuper la région postérieure du tube pollinique, perdent leurs membranes, et leurs noyaux devenus libres se mettent en mouvement pour gagner l'extrémité inférieure du tube. Là, après segmentation, l'un d'eux donne l'élément sexuel mâle proprement dit.

Observations sur les Casuarinées.— L'étrangeté des formes des *Casuarinées* rendait déjà suspecte leur présence parmi les dicotylédones.

En portant ses observations sur l'ovulation et les phénomènes préparatoires à la fécondation dans ces plantes, M. Treub (1) y a découvert des faits tellement différents de ceux qui se produisent chez les autres angiospermes, qu'il se croit obligé de les en exclure et de leur créer une place à part dans les cadres de la systématique.

Certaines des cellules sous-épidermiques du nucelle, considérées par l'auteur comme l'*archéspore,* se cloisonnent, dit-il, pour donner naissance à des *cellules-mères primordiales,* qui, par subdivisions ultérieures, produisent une masse assez considérable de *tissu sporogène,* occupant le centre de l'organe.

Chacun des éléments cellulaires de ce tissu correspondrait à une cellule-mère du sac embryonnaire des autres angiospermes.

De ce tissu peuvent naître, par cloisonnement transversal des cellules, les trois sortes d'éléments suivants :

1° De grandes cellules ou *macrospores,* analogues au sac embryonnaire des autres angiospermes. Elles sont nombreuses et très allongées vers le bas du nucelle, où certaines s'insinuent jusque dans le tissu conducteur du funicule.

(1) M. Treub, *Sur les Casuarinées et leur place dans le système naturel.* Annales du jardin botanique de Buitenzorg, vol. X, 1891.

2° Des cellules plus petites qui doivent servir au développement des premières.

3° Des trachéides, dans certaines espèces du moins.

Le développement des macrospores est inégal. Dans les mieux développées, on trouve plus tard, à leur sommet, deux ou trois cellules, rarement une seule. Dans celle d'entre elles qui deviendra définitivement le sac embryonnaire, habituellement unique, ces cellules, au nombre de trois, s'entourent d'une membrane de cellulose. Celle du milieu est l'oosphère, les deux autres représentant plutôt des cellules de canal que des synergides.

Il ne se forme pas de cellules antipodes.

L'endosperme s'ébauche dès avant la fécondation et se complète après.

Tels sont les traits principaux de cette évolution bizarre qui n'a d'analogie qu'avec ce que présentent les gymnospermes et les cryptogames vasculaires.

Eu égard à la voie toute spéciale suivie par le tube pollinique, qui pénètre dans l'ovule par la chalaze et non par le micropyle comme dans les autres phanérogames, M. Treub crée pour les *Casuarinées* la division des *Chalazogames,* dont elles constituent jusqu'ici l'unique famille. Par opposition, toutes les autres angiospermes, tant dicotylédones que monocotylédones, recevraient la dénomination générale de *Porogames.*

En raison du grand nombre de leurs macrospores, les premières doivent être considérées comme inférieures aux secondes, parce qu'elles présentent, par là, plus d'analogie cryptogamique.

On aurait ainsi la subdivision suivante des angiospermes:

Sous-embranchement.

Angiospermes.

1re division :	*2e division :*
Chalazogames.	Porogames.
Classe :	*Classes :*
Chalazogames.	Monocotylédones, Dycotylédones.

Structure du protoplasme. — Bien que les biologistes se rallient de plus en plus nombreux à l'opinion courante, d'après laquelle la matière vivante serait constituée d'un *réseau* formé par des fibrilles plastiniennes anastamosées et renfermant dans

ses mailles un mélange complexe de substances réunies sous la dénomination générale d'*enchylème,* l'accord n'est pas encore unanime. Il n'y pas lieu de le regretter, car cette question, relativement nouvelle, n'est pas encore tellement élucidée qu'elle ne puisse plus rien gagner à être débattue contradictoirement.

Bütschli (1) ne voit dans le protoplasme qu'une substance vacuolaire ou mousseuse, analogue à celle des fines émulsions, que l'on peut obtenir, par exemple, en faisant diffuser dans de l'huile grasse du sucre, du sel marin ou mieux du carbonate de potasse. Cette analogie d'aspect, sur laquelle l'auteur étaye sa thèse, peut très bien n'être pas liée à une similitude de structure.

D'autre part, s'il est vrai que certaines propriétés caractéristiques du protoplasme sont présentées par ces émulsions, combien d'autres ne sauraient l'être!

Fayod (2), dont les recherches ont surtout pour objet les effets dus à l'injection du protoplasme par une bouillie d'indigo ou de carmin, émet l'opinion que cette substance est un tissu gélifié ou semi-liquide composé de fibrilles spiralées, canaliculées, hyalines, *spirofibrilles,* disposées en systèmes de réticules pourvus de nœuds réticulaires. Ces réticules, de provenance et d'ordre différents et limités par une membrane très subtile, *fibrolème,* sont emboîtés les uns dans les autres, par suite de la naissance de nouvelles spirofibrilles à l'intérieur des anciennes, et forment par leur disposition spiralée, deux à deux, autour d'un axe central canaliculé, à la façon des serpents d'un caducée, des cordons plus complexes, *spirospartes.*

Ce sont ces spirospartes qui, par leur enchevêtrement, donnent au protoplasme sa structure réticulée, et c'est à l'intérieur des canalicules des spirofibrilles que se meut la substance granuleuse du protoplasme, seule colorable par les réactifs.

D'après les termes mêmes de l'auteur, le noyau, qui n'est probablement qu'un nœud du dernier réticule extracellulaire, est formé par la jonction de plusieurs cordons de spirospartes, qui le traversent en des sens différents et reçoivent les noms de *nucléogène, schizogène, nucléolaire,* d'après le rôle que l'auteur leur attribue dans l'édification de la cellule.

La membrane végétale possède exactement la même structure que le protoplasme; ce n'est que du protoplasme imprégné de cellulose.

(1) Butschli. *Ueber die Structur der Protoplasmas.* Verhandl. der Naturhist. Med. zu Heidelberg, 1890.

(2) V. Fayod. *Structure du protoplasme vivant.* Revue générale de botanique, 1891.

Enfin l'auteur prétend baser sur la structure du protoplasme ainsi entendue l'explication des principaux phénomènes de la physiologie végétale.

Pas n'est besoin d'ajouter que ces assertions aventureuses n'ont été accueillies qu'avec des réserves que leur *nouveauté* justifie.

Communications protoplasmatiques. — Les communications protoplasmatiques, de cellule à cellule, occupent depuis longtemps l'attention des botanistes. D'abord admises et universellement reconnues dans les tubes criblés, où leur existence est palpable, elles ont été observées successivement, dans d'autres tissus, chez les plantes les plus diverses.

Dans un récent travail d'ensemble sur la question, Kienitz-Gerloff (1) arrive, par des procédés techniques dans l'exposé desquels il paraît inutile d'entrer, à reconnaître leur existence dans les groupes végétaux les plus divers, comme aussi dans la plupart de leurs tissus.

Bref, il semble acquis que des communications plasmatiques existent dans le liber, la moelle, l'écorce, les rayons médullaires, l'épiderme, les poils, le collenchyme, le sclérenchyme, le cambium, les laticifères, les vaisseaux jeunes du bois, l'endosperme, sans parler des tissus spéciaux des cryptogames. De plus, il y a union entre les éléments cellulaires des tissus différents.

L'origine de ces communications serait toujours primaire, remontant conséquemment à la division cellulaire et à l'établissement de la plaque qui serait ainsi toujours incomplète.

Comme on pouvait le prévoir, il n'y a pas de ces communications entre l'embryon et l'albumen, ni entre les suçoirs d'une plante parasite et la plante nourricière. La diversité des origines des organes en relation explique suffisamment cette absence.

L'exception constatée chez les cellules stomatiques, qui ne s'anastomosent ni entre elles ni avec les cellules épidermiques voisines, est plus étrange et reste inexpliquée.

En présence de ces faits, qu'il généralise volontiers, l'auteur, d'accord avec l'opinion qui tend à prévaloir, est amené à considérer le végétal comme un syncytium imparfait, dans lequel l'individualité cellulaire se perd plus ou moins complètement.

Reste à fixer le rôle de ces anastomoses.

(1) Kienitz-Gerloff : *Die Protoplasmaverbindungen zwischen benachbarten Gewebeselementen in den Pflanzen.* Bot. Zeitung, 1891.

Servent-elles exclusivement à la transmission des excitations, comme le veut HANSTEIN? Jouent-elles en même temps un rôle dans l'échange des substances cellulaires? C'est plus probable; c'est aussi l'opinion générale, qui réduit conséquemment de beaucoup l'importance des phénomènes d'osmose dans la physiologie végétale.

Cyclose cellulaire. — La giration du protoplasme ou cyclose cellulaire a toujours ses partisans et ses adversaires.

On sait que, outre les cas observés depuis longtemps dans des poils et dans les cellules de quelques plantes submergées, DE VRIES a prétendu qu'on pouvait constater ce phénomène partout, à condition que les tissus à examiner fussent placés dans un milieu isotonique, favorable aux actions osmotiques.

Pour Mme KELLER (1), qui réfute cette assertion, la giration protoplasmatique n'existe jamais à l'état normal. Ce serait toujours un fait pathologique, dû à un traumatisme de la plante ou aux conditions anormales du milieu.

En présence de ces contradictions, de nouvelles recherches seraient utiles pour fixer les esprits sur cette intéressante question.

Alph. MEUNIER.

(A suivre).

PHYSIOLOGIE ET ZOOLOGIE

Substances respiratoires du sang. — Chez l'homme et les *Vertébrés,* c'est l'*hémoglobine* ou substance rouge des globules qui joue le rôle principal dans l'absorption de l'oxygène de l'air. L'hémoglobine, qui est foncée et presque brune quand elle est privée d'oxygène, se transforme profondément en absorbant ce gaz et acquiert une teinte claire et vermeille. Son avidité pour l'oxygène est très remarquable. Tandis que cent centimètres cubes d'eau absorbent généralement à peine un demi-centimètre cube d'oxygène, cent centimètres cubes de sang humain peuvent, grâce à l'hémoglobine, fixer jusqu'à vingt-six centimètres cubes de gaz vivifiant.

(1) Mme Ida Keller, *Ueber Protoplasma-Strömung in Pflanzenreich*' rich, 1890.

Le liquide nourricier des autres animaux doit aussi charrier l'oxygène dans les différentes parties du corps. Il semble donc très naturel qu'il contienne aussi une substance *respiratoire,* c'est-à-dire une substance avide d'oxygène et capable de passer comme l'hémoglobine par deux états distincts, l'état de substance *réduite* ou privée d'oxygène, et l'état de substance oxygénée.

Chez les *Arthropodes,* il en est ainsi. Plusieurs d'entre eux possèdent même l'hémoglobine, mais cette substance est dissoute dans le plasma, elle ne colore pas les globules.

D'après les recherches de Fredericq (1), le sang du homard contient une substance respiratoire distincte de l'hémoglobine. Elle ne rougit pas à l'air, elle bleuit, d'incolore qu'elle était, et c'est la raison pour laquelle le professeur de Liége l'a appelée *hémocyanine.* Elle renferme du cuivre et non du fer comme l'hémoglobine. Griffiths (2) a examiné l'hémocyanine de plusieurs Crustacés et lui a trouvé une composition plus constante que celle de la substance rouge. Elle ne se fixe pas sur les globules, mais elle est dissoute dans le plasma.

Dans ces derniers temps, Heim (3) a révoqué en doute la nature respiratoire de la substance bleue. Il part du principe qu'une substance respiratoire doit manifester une assez grande avidité pour l'oxygène, puisque c'est à elle qu'est dévolu le rôle de le transporter dans les différentes parties de l'organisme. Or l'analyse, par le procédé cependant si délicat de l'hydrosulfite de soude, n'a décelé dans le sang des Crustacés exposé préalablement à l'air qu'une quantité d'oxygène à peine supérieure à celle absorbée par l'eau pure. Déjà, d'ailleurs, Jolyet et Regnard avaient dit que « la teneur en oxygène du sang des animaux aquatiques est égale à la teneur en oxygène de l'eau ambiante. »

Griffiths va à l'extrême opposé : il y a, d'après lui, treize à quinze centimètres cubes d'oxygène dans cent centimètres cubes de sang bleu.

Cuénot (4) a repris la question. Chose curieuse, il cite Jolyet et Regnard parmi les partisans d'une avidité marquée de l'hémocyanine pour l'oxygène. En opérant non sur un Crustacé, mais sur un Mollusque, l'*Helix pomatia,* dont le sang est également

(1) *Note sur le sang du Homard.* Bullet. de l'Acad. royale de Belg., 2e série, XLVII, pp. 409 et suiv.

(2) *Sur la composition de l'hémocyanine.* Comptes rendus, CXIV, p. 496.

(3) *Sur la matière colorante bleue du sang des Crustacés.* Comptes rendus, CXIV, p. 771.

(4) *La Valeur respiratoire de l'hémocyanine.* Comptes rendus, CXV, 127.

bleu, il a trouvé, par le procédé de l'hydrosulfite de soude, un peu plus d'un centimètre cube d'oxygène par cent centimètres cubes de sang, c'est-à-dire à peu près trois fois la teneur en oxygène de l'eau de la Moselle. Avouons toutefois que nous sommes encore bien loin du pouvoir absorbant de l'hémoglobine.

Le procédé de l'hydrosulfite de soude est dû à Schützenberger. Ce savant a voulu faire la part égale à Heim et à Cuénot, malgré leurs vues divergentes. Il a participé aux travaux du premier et il a présenté à l'Académie des sciences de Paris la note du second. En dépit de la précision des méthodes, il n'est pas rare de voir les chimistes en désaccord entre eux. Dans les procès criminels, la grande ressource des avocats est d'opposer les experts les uns aux autres.

Heim nie également que le cuivre fasse partie de la constitution de l'hémocyanine. Le sang de certains animaux peut contenir du cuivre à côté de l'hémocyanine : tel est le cas du homard examiné par Fredericq. Mais chez la langouste, le crabe, le tourteau, l'écrevisse même, tous pourvus de sang bleu, le cuivre est absent.

Chez les *Mollusques,* le poulpe présente aussi de l'hémocyanine. C'est même dans le sang de cet octopode que Fredericq (1) trouva la première fois cette substance respiratoire. Elle est aussi présente dans le liquide nourricier des Gastéropodes, tels que la limace rouge. Nous venons même de voir que Cuénot s'est servi pour ses recherches de l'*Helix pomatia.*

" Le sang des Lamellibranches *(Unio, Anodonta),* dit Fredericq (2), est extrêmement pauvre en matières albuminoïdes. Je n'ai pu y constater de changements de coloration sous l'influence de l'air ou de l'oxygène. "

Griffiths, plus heureux, vient de découvrir (3) dans le sang d'un Lamellibranche, le *Pinna squamosa,* espèce de jambonneau, une substance brunissant à l'air. Il lui a donné le nom de *pinnaglobine,* calqué sur celui d'hémoglobine, mais peut-être assez malheureusement; car l'*hémoglobine* colore les *globules,* tandis que la pinnaglobine teint le plasma.

La pinnaglobine, comme l'hémocyanine, jouit de la propriété de ne pas absorber l'oxyde de carbone. Crustacés et Mollusques,

(1) *Sur l'organisation et la physiologie du Poulpe.* Bullet. de l'Acad. royale de Belg., 2e série, XLVI, pp. 710 et suiv.

(2) *Ibid.*, XLVII, p. 412.

(3) *Sur la composition de la pinnaglobine, une nouvelle globuline.* Comptes rendus, CXIV, p. 840.

dès qu'ils possèdent ces matières colorantes, n'ont donc pas à craindre ce gaz, si délétère pour l'homme lorsque les foyers renvoient leur fumée dans l'intérieur des appartements.

Griffiths appelle la pinnaglobine une nouvelle globuline. Le terme de globuline est apte à produire des confusions. Depuis Hoppe-Seyler, sa signification semble s'être précisée dans un sens différent de celui que lui donne l'inventeur de la pinnaglobine. Dans les corpuscules du sang humain par exemple, il désigne non la matière colorante, mais le stroma solide lui-même, cette forme arrondie qui subsiste au microscope, mais en pâlissant de plus en plus lorsqu'on enlève au corpuscule sa coloration rouge par l'action dissolvante de l'eau.

Certains Gastéropodes possèdent de l'hémoglobine; tel est aussi le cas du lombric parmi les *Vers*. Mais ce dernier embranchement présente de plus deux matières colorantes spéciales : l'une rouge, l'*hémérythrine,* l'autre verte, trouvée dès 1838 par Milne Edwards dans le sang de *Sabella ;* c'est la *chlorocruorine,* à laquelle Lankester en 1868 a reconnu des propriétés respiratoires.

Enfin, il existe aussi, jusque dans l'embranchement des *Échinodermes,* une substance servant à l'absorption de l'oxygène, *l'échinochrome,* pigment brun dissous dans le liquide périviscéral des oursins. La découverte en est due à Mac Munn.

Vessie natatoire des poissons. — La vessie natatoire des poissons contient, outre une minime quantité d'anhydride carbonique, de l'azote et de l'oxygène. Ce sont les mêmes gaz que dans l'air; mais tandis que dans l'atmosphère la proportion de ces deux gaz est à peu près constante et ne s'écarte guère en volume de 79 d'azote et de 21 d'oxygène, dans la vessie des poissons elle est extrêmement variable. Les cas où elle se rapproche de celle de l'air atmosphérique sont rares et doivent être considérés comme de simples coïncidences. Parfois même l'oxygène est absent et la vessie ne contient que de l'azote.

On sait que, chez certains poissons, la vessie communique avec le tube digestif et spécialement avec l'œsophage par un *canal aérien.* C'est généralement chez ces poissons que la quantité d'oxygène est la plus minime et de beaucoup inférieure à celle de l'air. Cette observation, à elle seule, prouve déjà que le canal aérien ne leur sert pas à absorber l'air extérieur pour remplir la cavité de la vessie.

Les poissons de mer n'ont ordinairement pas de canal aérien,

et chez eux la proportion d'oxygène est souvent assez forte ; d'après Biot, elle peut monter jusqu'à 87 p. c., et ce savant a fait la remarque qu'en général " l'oxygène est d'autant plus abondant, comparativement à l'azote, que le poisson vient d'une plus grande profondeur, quoique l'eau venue de ces mêmes profondeurs ne contienne pas un air plus pur que celle de la surface " (1).

Delaroche (2) donne la liste de quarante-sept poissons pêchés à Iviça et examinés à ce point de vue. Il confirme la règle de Biot et a même trouvé 91,9 p. c. d'oxygène dans *Trigla cucullus,* qui vit à plus de 120 brasses de profondeur. Configliachi et plus récemment Moreau, à la suite de recherches personnelles, ont également admis l'influence de la profondeur sur la teneur de la vessie en oxygène.

Hüfner (3) a voulu soumettre cette assertion au contrôle de nouvelles expériences. Il existe dans le lac de Constance un poisson qui ne semble guère vivre que là. C'est le *Coregonus acronius,* appelé *Kilch* en allemand, et voisin selon toute apparence de la gravenche, qu'on pêche dans le lac de Genève et qui porte en allemand le même nom.

Ce poisson vit ordinairement à des profondeurs de 80 mètres. Aussi, quand on retire le filet, la vessie se gonfle fortement, et il n'est pas étonnant de la voir crever si l'opération se fait trop brusquement.

Aussitôt le poisson hors de l'eau, Hüfner lui pique la vessie avec un trocart et recueille rapidement le gaz pour en faire l'analyse.

La proportion d'oxygène trouvé a été très variable. Dans six cas, elle a été inférieure à 1 p. c. et s'est même réduite à zéro ; dans deux cas seulement, elle a légèrement surpassé celle de l'air.

La loi de Biot souffre donc des exceptions. Cette divergence n'est point due à la méthode employée, car en expérimentant sur la perche et sur la lote, Hüfner a trouvé de fait une prédominance d'oxygène et ses résultats sont conformes à ceux de ses prédécesseurs.

Quoique la loi de Biot ne soit pas universelle, il n'en reste pas

(1) Cité par Cuvier, Annales du Mus. d'hist. nat., t. XIV, p. 172.

(2) *Observations sur la vessie aérienne des poissons.* Annales du Mus. d'hist. nat., t. XIV, pp. 211 et suiv.

(3) *Zur physikalischen Chemie der Schwimmblasengase.* Arch. für Anat. u. Phys., Phys. Abth., 1892, I u. II Heft, pp. 55 et suiv.

moins vrai que très souvent la proportion d'oxygène surpasse celle de ce gaz dans l'air. Comment expliquer cet excès? L'oxygène de la vessie doit provenir du sang; cela ne fait pas l'ombre d'un doute. Est-ce par l'effet d'une simple diffusion physique? Dans ce cas, la tension partielle de l'oxygène ne peut être supérieure à celle de ce gaz dans le sang et partant à celle de ce gaz dans l'air.

Ce ne serait pas cependant un obstacle à une plus forte *proportion* d'oxygène dans la vessie, si la tension totale du gaz contenu dans la vessie est inférieure à celle de l'atmosphère. Chez les Silures et chez les Ophidiums, Müller a constaté l'existence d'organes dilatateurs de la vessie. Supposons que, par le jeu de ces organes, la vessie présentement remplie d'air à la tension de l'atmosphère se dilate du double; le volume devenant deux fois plus grand, la tension deviendra deux fois moindre. La tension partielle de l'oxygène étant alors moindre que celle de ce gaz dans le sang, il y aura dégagement d'oxygène dans la vessie, tant que les tensions s'équilibrent; et si l'azote, à cause de sa faible quantité relative dans le liquide sanguin, se dégageait moins rapidement, il y aurait un intervalle de temps plus ou moins considérable où la proportion d'oxygène serait en excès sur celle de l'air.

Le raisonnement de Hüfner est un peu différent du nôtre; il semble ne pas avoir pensé au dégagement d'azote qui se ferait simultanément avec celui de l'oxygène, et il concluait que par simple osmose la proportion d'oxygène pourrait devenir plus considérable d'une manière permanente. Si au début, par l'effet des muscles dilatateurs, la pression dans la vessie devient moindre, elle se rétablit ensuite par la diffusion des gaz du sang, et la proportion d'oxygène dans la vessie doit redescendre, après un temps plus ou moins long, à ce qu'elle est dans l'air.

Quoi qu'il en soit, s'il existe des organes dilatateurs dans quelques poissons, on n'est pas parvenu à en découvrir chez les autres infiniment plus nombreux. On pourrait prétendre qu'on en découvrira plus tard. Mais Hüfner a déjà ruiné d'avance toute hypothèse qui ferait dépendre l'excès d'oxygène d'un phénomène de dilatation. Voici son expérience :

Même chez les poissons où la proportion d'oxygène est inférieure à celle de ce gaz dans l'air, on peut l'augmenter en vidant d'abord la vessie et en laissant ensuite à la nature le soin de la remplir par degrés. Dans ces premiers essais, Hüfner avait recours au trocart, mais plus tard il se servit d'un procédé plus

naturel, au moins quand il s'agit de poissons munis d'un canal aérien.

Le sujet de l'expérience fut *Leuciscus dobula,* un vrai rapace parmi les poissons blancs; d'après les lieux, on l'appelle soit chevaine soit meunier. Le poisson et le vase rempli d'eau qui le contient sont placés dans un de ces appareils dont les chimistes se servent pour vaporiser dans le vide. On fait agir la pompe ; à mesure que la pression diminue, des bulles d'air, issues de la vessie par le canal aérien, s'échappent soit par la bouche, soit par la fente des ouïes ; opération qui n'est pas de nature à plaire beaucoup à l'animal, car il en est passablement secoué. Quand la diminution de pression a atteint le degré qu'on désire, on laisse rentrer l'air dans l'appareil. Aussitôt le poisson tombe au fond, comme le bonhomme du ludion des cabinets de physique.

Après un intervalle qui a varié, dans les expériences, de quatre à dix jours, Hüfner a fait l'analyse des gaz de la vessie. La moyenne lui donna 23,98 p. c. d'oxygène, tandis que, chez des *Leuciscus dobula* ordinaires, elle ne monte pas au delà de 12,26. Par l'effet de l'évacuation de la vessie, l'oxygène qui était d'abord en défaut peut donc devenir en excès par rapport à l'air.

Il s'agit actuellement de réduire à néant l'hypothèse que, pendant l'opération, grâce à un mécanisme propre au poisson, la diminution de calibre de la vessie n'aurait pas marché parallèlement à la diminution de pression, et que cette dilatation forcée de la vessie aurait produit une succion plus abondante de l'oxygène aux dépens du sang. Hüfner y parvient par un procédé très ingénieux.

Il prend deux *Leuciscus,* autant que possible de même taille. Dans une première expérience, ils pesaient respectivement 890 et 900 gr. Il soumit le second à l'action du vide de la manière indiquée plus haut, et fit descendre la pression extérieure à $^1/_{11}$ d'atmosphère. Il congela ensuite les deux poissons, puis les divisa en trois parties par deux sections transversales passant par les deux extrémités de la vessie. La vessie du premier se montra, dans les sections, ronde et dilatée ; la vessie du second était singulièrement réduite et les parois en étaient plissées, signe évident qu'elles avaient une étendue trop considérable pour le volume actuel de l'organe.

Les portions médianes de chaque poisson contenaient à peu près toute la vessie sauf ses deux extrémités. Hüfner remplit de mercure les deux cavités vésiculaires restées béantes sous l'effet

de la congélation. Il constata ainsi que la première mesurait 54 centimètres cubes, et la seconde 4,8. Leur rapport en volume est donc de 11,25. La seconde vessie a par conséquent diminué exactement dans le même rapport que la pression extérieure. Il n'existe donc pas chez *Leuciscus dobuba* de tendance de la vessie à se dilater, quand elle est vidée, et partant l'accroissement d'oxygène ne peut s'expliquer par une succion exercée par la vessie sur le sang.

La même expérience répétée une seconde fois donna un résultat identique. La vessie du second poisson, vidée sous une pression de 1/9,4 d'atmosphère, se réduisit à 1/9,7 de la vessie du premier.

Si les lois physiques de la diffusion ne peuvent expliquer les variations de la proportion d'oxygène dans la vessie des poissons, il reste à chercher une autre cause.

On sait que la diffusion des liquides dans l'organisme ne relève pas non plus uniquement des forces physiques. Les lois de l'osmose sont même souvent renversées, et tel liquide passe d'un côté à l'autre d'une membrane lorsqu'il devrait précisément cheminer en sens inverse. C'est que l'absorption et la sécrétion sont des opérations vitales. Elles constituent des manifestations particulières de l'assimilation et de la désassimilation de la cellule, qui absorbe ce qui lui convient et rejette au dehors les substances superflues pour elle-même quoique encore utilisables par d'autres.

L'influence nerveuse entre également en jeu, stimulant ou retardant l'activité propre de l'élément cellulaire. Il y aura ainsi entrée ou sortie des liquides dans des conditions physiques qui n'auraient amené aucun phénomène semblable s'il s'était agi d'un appareil purement dialyseur.

Needham déjà, il y a plus de deux siècles, avait caractérisé l'apparition de l'oxygène dans la vessie par le nom de *sécrétion*. C'était une sécrétion gazeuse au lieu d'être une sécrétion liquide. Un tel rapprochement n'a rien d'étrange. Dans le poumon lui-même, les échanges entre l'atmosphère et le sang ne peuvent se ramener à de simples phénomènes de diffusion. Les cellules épithéliales soit des poumons, soit des capillaires, doivent jouer un rôle dans l'absorption et l'élimination des gaz, tout comme les cellules épithéliales de l'intestin et des glandes jouent un rôle dans l'absorption et la sécrétion des liquides.

L'analogie, c'est-à-dire l'identité de fonction de la vessie natatoire et des poumons, a été affirmée et niée; mais on ne peut se

refuser à admettre dans les deux organes une certaine similitude de structure, surtout chez les poissons dont la vessie est munie de *corps rouges*.

Les corps rouges, observés d'abord par Needham, ont été étudiés la première fois par Delaroche, depuis par Cuvier et Rathke, plus récemment par Coggi et Corning. Comme leur nom l'indique, ce sont des masses rouges disséminées çà et là dans la paroi de la vessie. Ils contiennent à leur intérieur des canaux sanguins très nombreux, et Müller les a rangés pour cette raison parmi les *réseaux admirables* ou entrelacements compliqués de petits vaisseaux qu'on trouve parfois sur le trajet des artères ou des veines.

Les petits canaux sanguins des corps rouges sont toujours séparés de la cavité vésicale par des cellules épithéliales, soit que celles-ci tapissent de petits tubes creusés dans l'épaisseur des corps rouges, et s'ouvrant dans la vessie d'après l'opinion de Coggi, soit qu'elles recouvrent la face interne de la vessie elle-même.

Que manque-t-il à une telle vessie pour ressembler, par sa structure, à un poumon? Des deux côtés, abondance de vaisseaux sanguins, cellules épithéliales assurant les échanges gazeux, cavité destinée à recevoir des gaz; l'homologie est parfaite, et s'il peut se faire des échanges gazeux entre la cavité pulmonaire et les capillaires sanguins, qu'est-ce qui peut empêcher des échanges du même ordre entre la cavité vésicale et les petits vaisseaux sanguins des corps rouges ? Les cellules épithéliales, en puisant dans le sang, sécréteront de l'oxygène non point d'après les lois de l'osmose physique, mais d'après les nécessités de leur organisation, se rapprochant en cela du mode d'action qui prévaut dans les cellules épithéliales de toute glande, soit à sécrétion liquide comme les mamelles, soit à sécrétion gazeuse comme les poumons.

L'influence nerveuse n'est pas moins manifeste ici que dans les glandes. Un des moyens employés pour augmenter la proportion d'oxygène consiste à sectionner les filets nerveux qui se rendent à la vessie. Il se peut que ces fibres nerveuses agissent sur les artérioles pour augmenter ou diminuer la pression dans les capillaires. Mais il est bien probable que, si l'on étudie la question plus avant, on n'expliquera pas plus les variations de la sécrétion gazeuse que celles de la sécrétion liquide par de simples variations de pression dans le courant sanguin. L'influence nerveuse doit agir sur les cellules elles-mêmes et activer ou

diminuer chez elles les phénomènes nutritifs auxquels est liée la sécrétion gazeuse.

Les corps rouges, quoique très répandus, n'existent pas cependant chez tous les poissons. Il y a même pour ainsi dire incompatibilité entre eux et le canal aérien. Les Murénidés, et parmi eux l'anguille, ont simultanément les deux espèces d'organes ; mais, à part cette exception, on peut généralement conclure de la présence d'un canal aérien à l'absence des corps rouges.

Nous remarquerons d'abord que, parmi les poissons à vessie natatoire, ceux qui n'ont pas de canal aérien sont les plus nombreux. Peu de poissons marins sont munis de ce canal ; ils vivent évidemment à des profondeurs plus considérables que les poissons d'eau douce, et partant, suivant la loi de Biot, possèdent plus d'oxygène. On concevrait donc qu'ils aient davantage besoin d'organes spéciaux.

Mais si les autres espèces ne possèdent pas de corps rouges parfaitement constitués, elles présentent cependant parfois, dans la paroi vésicale, des vaisseaux nombreux qui peuvent remplir jusqu'à un certain point la fonction du réseau sanguin de ces corps.

Il y en a, il est vrai, qui sont moins bien douées encore ; mais il semble que chez toutes la vascularisation de la vessie est plus abondante, plus riche qu'il ne le faudrait s'il s'agissait simplement de nourrir les parois de l'organe. Quel autre usage peut avoir cet excès de sang, sinon d'apporter des gaz en quantité suffisante pour permettre aux cellules épithéliales de remplir la vessie ?

Il n'est pas d'organe qui ne passe dans l'échelle animale par des formes de plus en plus simples. L'appareil digestif, si compliqué chez l'homme, devient, dans les degrés inférieurs, une simple poche. Qu'y a-t-il d'étonnant que les corps sécréteurs des gaz passent de l'état de réseaux admirables à l'état de réseaux à peine plus compliqués que celui des capillaires ordinaires ? Et si les échanges ne doivent pas être trop rapides, pourquoi la nature ne se contenterait-elle pas d'un apport de sang qui ne dépasserait pas même les limites communes ?

Toute fonction demande à être étudiée chez les animaux chez lesquels les organes destinés à cette fonction sont les plus spécialisés. Ici ces organes sont les corps rouges, et la présence de ces corps rouges chez certains poissons nous apprend que, dans les vessies moins bien spécialisées des autres individus, dans

celles même qui présentent à peine un degré un peu plus avancé de vascularisation, le sang ne sert pas seulement à nourrir les parois, mais fournit également les gaz qui gonflent la cavité vésicale.

Les points du chaud et du froid. — Depuis quelques années, une nouvelle théorie s'est fait jour relativement aux sensations de température. Les sensations de chaud et de froid non seulement seraient des sensations d'espèces différentes, mais elles auraient même des organes différents et ne seraient pas dépendantes des mêmes filets nerveux. Bien plus, les organes du chaud et du froid n'occuperaient pas des plages étendues de la peau, mais seraient discontinus et divisés en aires tellement petites qu'on a cru convenable de les désigner par le nom de *points*. Ces points très nombreux, disséminés partout sur la peau sans ordre apparent, seraient de plus mêlés entre eux, et à côté d'un point du chaud se trouveraient juxtaposés un ou plusieurs points du froid.

Promenez sur la peau une pointe mousse constamment échauffée, la sensation de chaud ne sera point continue, mais elle éprouvera des éclipses quand vous passerez sur les points du froid. C'est ainsi qu'un objet lumineux qui passe devant l'œil s'éclipse au moment où son image traverse la tache aveugle et réapparaît seulement au delà.

Blix, le premier, émit cette théorie, et, chose curieuse, peu de temps après et indépendamment de lui, Goldscheider et en Angleterre Donaldson énonçaient la même opinion. Il n'est pas rare, dans l'histoire des sciences, de voir apparaître en même temps dans des pays fort distants l'un de l'autre une idée nouvelle. On dirait une semence dispersée par le vent et qui se met à germer partout où elle tombe sur un terrain favorable.

Goldscheider va plus loin que ses deux collègues. Il a calqué sa théorie des fibres du chaud et du froid sur la théorie des couleurs de Young Helmholtz. La fibre par laquelle nous percevons le rouge est tellement affectée à cette couleur que, même en présence d'un objet vert, elle nous donne la perception du rouge.

D'après Goldscheider, la fibre du chaud est de même tellement affectée à la sensation de chaleur, qu'elle la produit en nous lorsqu'elle est impressionnée, non par la chaleur, mais par une irritation quelconque physique ou mécanique. Comprimez un point du chaud, électrisez-le, vous ne sentirez pas la pression

dans le premier cas, vous n'aurez pas un picotement électrique dans le second, mais dans les deux occasions vous sentirez de la chaleur.

Goldscheider attribue même à ses fibres des propriétés assez spéciales. On sait que les fibres optiques ne sont point sensibles aux couleurs lorsqu'on les impressionne sur leur trajet; il faut agir sur leurs organes terminaux, les cônes ou les bâtonnets. Il n'en serait pas de même pour les fibres de la température. Irritez la fibre quelque part que vous voulez, à son organe terminal sur la surface de la peau ou plus profondément, vous développerez partout une sensation de chaud ou de froid, suivant la fibre sur laquelle vous agissez.

Donaldson, quoique l'un des inventeurs de la nouvelle théorie, n'a pas l'esprit entreprenant de son confrère de Berlin. Il s'élève en particulier contre l'idée de refuser aux fibres de la température la faculté de transporter également les impressions de contact ou de pression. Sur ce point, il reste partisan des idées anciennes.

Dessoir, *privat docent* à l'Université de Berlin, dans un article qu'il vient de faire paraître *Sur le sens cutané* (1), va plus loin encore et attaque en brèche la théorie elle-même des points du chaud et du froid.

Une des expériences par lesquelles Goldscheider étaie son opinion consiste à presser la peau avec une espèce de maillet en liège peu résistant. D'après lui, la pression développerait une sensation discontinue de température, ou plutôt un ensemble de sensations punctiformes isolées de froid, rarement de chaud.

Dessoir a répété cette expérience sur seize sujets de bonne volonté. Ils ressentirent la pression du maillet, fait bien naturel, mais quant à ressentir ici du chaud, là du froid, ils n'en eurent pas la moindre conscience.

Il s'adressa alors à Goldscheider lui-même, qui eut la complaisance de lui montrer son procédé d'expérimentation et de le lui appliquer. Ce fut sans succès.

Dessoir était peut-être un sujet peu sensible. Il expérimenta sur seize personnes obligeantes, les mêmes, je suppose, qui lui avaient déjà prêté auparavant leur concours.

Le programme comportait deux parties : constater s'il est des points plus sensibles à la chaleur que d'autres, et puis, sur

(1) *Ueber den Hautsinn.* Arch. für Anat. u. Phys., Phys. Abth., 1892. III u. IV Heft, p. 175.

les points reconnus les plus sensibles, appliquer une excitation physique ou mécanique et voir si les sujets accuseraient une sensation de chaleur.

Deux des sujets se retirèrent dès le début. Les expériences leur faisaient mal, cas qui n'est pas rare : il est des personnes que le contact de tout instrument scientifique impressionne désagréablement. J'en ai connu une qui sentait ses douleurs redoubler dès qu'on voulait relever sa température à l'aide d'un thermomètre.

Dix des autres reconnurent, dans la première partie de l'expérience, que la sensation de chaleur produite par une pointe échauffée variait en passant d'un point à un autre voisin du premier.

Mais, pour la seconde partie de l'expérience, aucun ne remarqua de lui-même une impression de chaleur quand, au lieu de recourir aux excitations thermiques, on employait les excitations électriques ou mécaniques. Mais dès qu'on eut attiré leur attention sur le phénomène à constater, quatre d'entre eux accusèrent une sensation de chaleur quand on pressait ou qu'on électrisait certains points de la peau. Mais 13 fois seulement sur 174, les points ainsi signalés correspondaient avec ceux qui étaient censés,par suite de la première partie de l'expérience,être les plus sensibles à la chaleur. C'était donc un échec plutôt qu'un succès.

Tels sont les faits. L'exposé que nous venons d'en faire montre qu'il s'agit de phénomènes bien délicats et très susceptibles d'être facilement entachés d'erreurs d'observation. Mais les résultats prêtent encore à d'autres réserves.

Si dans la première partie du programme, celle qui a le mieux réussi, les sujets ont accusé des sensations différentes en des points voisins, on ne peut pas en conclure immédiatement que ces points étaient munis de filets nerveux inégalement adaptés à conduire les impressions de chaleur. Que d'hypothèses ne peut-on pas former pour interpréter ces légères différences de sensation ! La pointe employée conservait-elle tout le temps une chaleur identique ? L'appuyait-on toujours également fort et pendant le même temps ? L'épaisseur de la peau était-elle partout la même ? La chaleur ne s'était-elle pas diffusée aux points voisins avant que ceux-ci fussent soumis à l'action calorifique, et ces points ne s'étaient-ils pas par le fait même accommodés, ne s'étaient-ils point fatigués ? Ce ne sera certes pas sortir des bornes d'une critique modérée que de demander, pour des phénomènes où l'impressionnabilité morale intervient peut-être à

l'égal de l'impressionnabilité physique, le contrôle de nouvelles expériences conduites avec toute la rigueur et toute la précision légitimement exigées par la science. Tel est aussi le vœu de Dessoir.

G. Hahn, S. J.

PHYSIQUE.

Les courants alternatifs de grande fréquence et de haute tension. — Toutes les revues d'électricité ont longuement parlé des belles expériences de M. Nicolas Tesla ; plusieurs sociétés savantes se sont hâtées de les reproduire dans leurs réunions, et un grand nombre de cabinets de physique possèdent déjà les appareils qui permettent de les réaliser en petit dans un cours. D'autre part, les limites de notre bulletin sont trop étroites pour que nous puissions y faire entrer la description détaillée de ces expériences et surtout l'histoire de leurs succès. Nous nous bornerons donc à des indications sommaires et à quelques renseignements utiles.

Rappelons d'abord en quoi consistent ces expériences. M. Tesla a produit par des moyens fort ingénieux, et soumis à une étude expérimentale très variée des courants alternatifs de grande fréquence et de haute tension. L'appareil qu'il a créé est un transformateur d'un genre spécial, une sorte de bobine d'induction dont l'interrupteur fonctionnerait avec une rapidité extrême et dont l'isolement parfait permettrait à des courants de potentiel très élevé de traverser les circuits; c'est, en un mot, une bobine de Ruhmkorff perfectionnée, faisant beaucoup mieux que la bobine ordinaire de l'électricité statique avec de l'électricité dynamique. Il a donné à cet appareil deux dispositions différentes.

Dans la première, une machine multipolaire, à 384 pôles, sert de générateur et d'alternateur. Elle marche à raison de dix à vingt mille alternances par seconde; les courants qu'elle produit sont donc *alternatifs,* comme les courants induits d'ouverture et de fermeture de la bobine de Ruhmkorff, et comme eux, mais à un degré beaucoup plus élevé, des courants alternatifs *de grande fréquence.* Il reste à en tirer d'autres courants qui, à cette pre-

mière propriété, ajoutent celle d'une *très haute tension*. Il suffit pour cela de les lancer dans le circuit primaire d'une bobine d'induction parfaitement isolée : les courants induits que l'on recueillera aux bornes du circuit secondaire de cette bobine conserveront l'alternance rapide des courants primaires qui leur donnent naissance, et auront en outre une tension beaucoup plus considérable.

La deuxième disposition diffère essentiellement de la première et est plus intéressante.

On sait que la théorie indique et que l'expérience montre que la décharge d'un condensateur dans un circuit de faible résistance présente tous les caractères d'un phénomène oscillatoire. Ainsi la décharge d'une bouteille de Leyde n'est pas un phénomène simple, instantané, indivisible, un flux d'électricité passant en une fois et dans un sens de l'armature positive à l'armature négative ; c'est un phénomène composé, une succession de flux électriques partant alternativement de l'une et de l'autre armature. La fréquence de ces changements de sens ou de ces *oscillations électriques* dépend de la résistance propre et de la self-induction du circuit de décharge ; dans de bonnes conditions que la théorie détermine et que l'expérience peut réaliser, elle atteint une valeur extrêmement grande. C'est par les décharges oscillantes d'un condensateur que M. Tesla remplace, dans la seconde disposition de son appareil, le jeu de la machine multipolaire de la première.

Prenons une bobine de Ruhmkorff ordinaire, dont l'interruption lance, dans le fil primaire, de 60 à 100 courants par seconde ; et employons les courants induits alternatifs à charger en dérivation un condensateur, une bouteille de Leyde par exemple. Si les armatures de ce condensateur sont munies d'un excitateur, il s'établira entre elles, *à chaque décharge*, et sous forme d'étincelles nourries dont on pourra faire varier la longueur et la fréquence en écartant ou en rapprochant les boules de l'excitateur, des oscillations électriques extrêmement rapides. Le circuit de décharge sera donc traversé par des courants alternatifs d'une fréquence beaucoup plus grande que celle des courants induits produits dans le circuit secondaire de la bobine par le simple jeu de son trembleur. Pour tirer de ces courants alternatifs fréquents des courants alternatifs fréquents et de haute tension, il suffit, comme tantôt, d'intercaler le fil primaire d'une seconde bobine dans le circuit de décharge du condensateur, et de recueillir les courants induits. Dans l'appa-

reil de M. Tesla, ce second transformateur n'a pas de noyau de fer doux, et l'isolement de ses fils, qui doit être parfait à cause de la tension excessive des courants qui les traversent, est obtenu en plongeant toute cette partie de l'instrument dans l'huile de lin bouillie.

Ce n'est pas la première fois qu'on emploie les liquides comme isolants dans les transformateurs. Ils ont, sur les solides isolants, le grand avantage de ne pas s'altérer par une décharge interne éventuelle ; et l'expérience a montré que, dans le cas des courants rapidement alternés, ils isolent mieux que d'autres corps de capacité inductive spécifique plus considérable.

Dans les appareils que nous venons de décrire, les alternances peuvent s'élever jusqu'à 400000 par seconde; et la tension aux bornes du fil induit de la seconde bobine peut atteindre 500000 volts.

L'appareil classique récemment construit par M. Ducretet pour la reproduction en petit, dans les cours, de quelques-unes des expériences de M. Tesla, réalise la seconde disposition. Les cabinets de physique qui possèdent une bobine de Ruhmkorff à trembleur rapide, pouvant donner 50 millimètres d'étincelle, et des bouteilles de Leyde de dimensions moyennes, n'ont qu'à se procurer le second transformateur, qu'on peut d'ailleurs construire soi-même. Un bon nombre des accessoires qu'exigent les expériences, tubes de Geissler, lampes à incandescence, etc., peuvent également s'improviser avec les ressources ordinaires des cabinets.

La description des expériences ne peut trouver place ici. Rappelons seulement que plusieurs présentent de grandes analogies avec celles que permettent de réaliser les puissantes machines statiques à influence ou à frottement. Nous donnons d'ailleurs en note l'indication des articles les plus facilement accessibles où le lecteur pourra se renseigner complètement (1).

Indiquons, en terminant, quelques expériences qui rappellent celles de M. Tesla et qu'on peut réaliser avec les appareils ordinaires des cabinets de physique. Elles permettront à ceux qui ne

(1) *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, April 1892 (Mémoire de M. Tesla); *Bulletin de la Société belge d'électriciens*, mai-juin; septembre-octobre, 1892 (traduction française du Mémoire de M. Tesla); *Bulletin de la Société internationale des électriciens*, 1892, nos 87 et 88; *Industrie électrique* 1892, nos 4 et 5; *Bulletin de la Société belge d'électriciens*, juillet-août 1892 (Notice sur l'appareil construit par M. Ducretet, avec figures), etc.

disposeraient pas des instruments spéciaux, de donner, dans un cours, une idée de ces belles recherches.

Plaçons-nous dans la chambre obscure, et mettons en marche une bobine ordinaire de Ruhmkorff; celle dont nous nous servons pour ces expériences peut donner 50 millimètres d'étincelle quand on l'actionne par le courant de 6 ou 8 grands éléments au bichromate. Rapprochons jusqu'au contact les deux tiges pointues qui terminent le circuit induit; puis, prenant de la main droite et à pleine main une des bornes qui terminent ce circuit, écartons, par le jeu des doigts, la tige correspondante : l'étincelle jaillit, et la sensation que l'on éprouve n'a rien de désagréable. Quand l'écartement est tel que le flux d'étincelles tend à devenir intermittent, ou qu'il a cessé complètement, maintenons la main droite sur la borne du circuit induit, où nous l'avons placée, et saisissons de la main gauche un tube de Geissler : il s'illumine immédiatement. Il s'illumine plus brillamment encore et dans toute sa longueur (celui dont nous nous servons a près d'un mètre) si, toutes choses étant disposées comme nous venons de le dire, une seconde personne, sans communication aucune avec la bobine, saisit en même temps et à pleine main l'extrémité libre du tube. Si la bobine fonctionne bien, on peut même former ainsi une chaîne ouverte de personnes réunies entre elles par des tubes étincelants, la main droite de la première seule étant en communication avec la bobine.

Voici une autre expérience tout aussi facile à réaliser.

Réunissons, par un conducteur métallique, un des pôles du circuit induit de la bobine à une surface métallique : un des plateaux du condensateur d'Œpinus, ou un des miroirs paraboliques destinés à montrer la réflexion du son et de la chaleur rayonnante, et que l'on rencontre dans tous les cabinets de physique, conviennent très bien. Écartons, à l'aide d'une tige de verre, les extrémités du circuit induit ; puis, sans admettre aucune communication avec la bobine, prenons en main, par une de ses extrémités, un tube de Geissler et approchons l'autre bout de la surface métallique *sans la toucher :* le tube s'illumine immédiatement, et différemment suivant la distance à la surface électrisée et son orientation ; on peut ainsi constater l'existence et, jusqu'à un certain point, procéder à l'exploration du champ électromagnétique qui s'établit autour de la surface métallique et autour de la bobine elle-même.

On variera ces expériences en se servant, au lieu d'un tube de

Geissler, d'une lampe à incandescence, ou encore de deux téléphones réunis, comme pour la conversation, par un circuit continu. Ainsi, dans la première expérience, on placera comme tantôt la main droite sur un des pôles du circuit induit; on écartera la tige correspondante; puis on saisira de la main gauche un des téléphones : une personne, l'oreille placée au second téléphone, à l'extrémité de la ligne (celle sur laquelle nous avons expérimenté a une trentaine de mètres), entendra très distinctement ce qu'elle appellera le bruit de l'interrupteur de la bobine.

La lecture du mémoire de M. Tesla suggérera d'autres expériences, fondées, comme celles que l'habile physicien a créées, sur les propriétés des courants alternatifs, mais n'exigeant pas la grande fréquence et la haute tension réalisées dans les appareils spéciaux.

Le magnétisme de l'oxygène. — Les recherches de Faraday ont montré depuis longtemps que l'oxygène est un gaz magnétique. Les travaux d'Ed. Becquerel ont établi que, dans notre atmosphère, c'est-à-dire dans les conditions ordinaires de température et de pression, il est, à poids égal, 2660 fois moins magnétique que le fer; en d'autres termes, si l'on représente par 1 000 000 le pouvoir magnétique du fer, celui de l'oxygène, à poids égal, sera représenté par 376. Un calcul très simple permet d'en conclure qu'un mètre cube d'oxygène, dans les conditions ordinaires de température et de pression, agirait sur une aiguille aimantée comme 54 centigrammes de fer.

Or la densité de l'oxygène à l'état gazeux, et dans les conditions où Ed. Becquerel a mesuré son pouvoir magnétique, est 1/700 environ; tandis que sa densité à l'état liquide est, d'après les recherches de M. Olzewski, 1,1241 : elle augmente dans la proportion de 1 à 787.

Dès lors, si l'on suppose que la propriété magnétique de ce corps se continue de l'état gazeux à l'état liquide; si l'on suppose en outre que cette propriété soit moléculaire, en sorte qu'elle conserve, dans le liquide, la valeur par molécule qu'on lui connaît dans le gaz, le pouvoir magnétique de l'oxygène liquide serait, à poids égal, le double à peu près de celui du fer. On arriverait ainsi à cette conclusion, étrange à première vue : l'*oxygène est le plus magnétique de tous les corps.*

L'observation est loin de la démentir. Il y a un an environ M. Dewar a fait sur ce sujet, dans le laboratoire de l'Institution royale, une expérience extrêmement remarquable. Nous ne pou-,

vons mieux faire que d'en emprunter la description à la lettre même par laquelle le savant physicien en fit part à M. William Thomson.

" Cet après-midi (10 décembre 1891), j'ai placé une certaine quantité d'oxygène liquide, dans un état de rapide ébullition à l'air (et par conséquent à la température de — 181° C), entre les pôles de l'historique électro-aimant de Faraday, le liquide étant contenu dans une capsule de sel gemme, qu'il ne mouille pas, et dans laquelle il reste à l'état sphéroïdal. A mon grand étonnement, aussitôt l'aimant excité, j'ai vu l'oxygène se soulever brusquement et s'attacher aux pièces polaires, où il resta suspendu jusqu'à complète évaporation. Voir l'oxygène liquide attiré par l'aimant est une très belle confirmation de notre connaissance des propriétés de l'oxygène gazeux. „

La lecture de cette lettre à la Société royale fit sensation. Sans doute l'événement qu'elle annonçait n'était pas absolument imprévu; mais combien les caprices du magnétisme le rendaient problématique! Le fer, sans changer d'état, peut perdre et retrouver sa propriété magnétique; dissous, même en grande quantité, dans un autre métal, le nickel par exemple, qui est lui-même très susceptible d'aimantation, ou engagé dans des combinaisons chimiques, il perd ou du moins voit s'affaiblir beaucoup cette propriété. Ne semble-t-il pas qu'on puisse légitimement en conclure que celle-ci n'est pas moléculaire, ou au moins qu'elle n'est pas atomique? Et qui donc, après cela, eût pu prévoir avec certitude que l'oxygène changeant d'état conserverait tout son pouvoir magnétique?

L'expérience de M. Dewar est donc bien plus qu'une confirmation, sous une forme extrêmement sensible, d'une propriété connue de l'oxygène; c'est l'établissement d'un fait qui intéresse au plus haut point les théories des phénomènes magnétiques. En nous montrant pour la première fois la persistance de la propriété magnétique depuis l'état gazeux jusqu'à l'état liquide, états où les molécules sont libres et ne voient pas leurs mouvements entravés par les frottements intérieurs, elle est un pas en avant dans une voie nouvelle qui peut conduire à des découvertes inattendues. L'oxygène, en effet, est de tous les corps magnétiques celui qui se présente à nous avec la constitution moléculaire la plus simple; il y a donc lieu d'espérer que l'étude complète des propriétés du magnétisme dans ce corps privilégié pourra servir de contrôle aux théories magnétiques modernes et fournira les notions les plus claires sur la nature intime de ces phénomènes.

Ce qui ajoute encore au charme de cette expérience importante, c'est sa simplicité : son exposé tient en une ligne et son exécution, semble-t-il, est l'affaire d'un tour de main. Mais que de triomphes il a fallu remporter, que de progrès il a fallu réaliser dans l'art de l'expérimentation, depuis le jour où Faraday liquéfia le chlore dans son tube coudé, pour préparer l'expérience de M. Dewar ! Il est très aisé de dire : Versez de l'oxygène liquide dans une capsule de sel gemme et placez le tout sur un électro-aimant. Mais où prendre l'oxygène liquide ? Il naît et ne se laisse manier que dans les laboratoires pourvus d'un outillage spécial ; et c'est là seulement que l'expérience du savant anglais peut être aisément reproduite et utilisée.

Faudra-t-il donc renoncer partout ailleurs à la démonstration du magnétisme de l'oxygène ? Nullement. Voici une expérience à la portée de toutes les ressources sinon de toutes les habiletés.

Ceux de nos lecteurs qui ont répété les belles expériences de Plateau sur les membranes liquides presque dépourvues de pesanteur, savent qu'en étirant en cylindre une bulle de liquide glycérique, ce cylindre devient instable au moment où sa longueur excède un peu le triple de son diamètre. S'il se produit alors en un point quelconque le moindre élargissement ou le moindre étranglement, l'irrégularité s'accentue ; la partie rétrécie chasse l'air dans la partie élargie jusqu'à ce que les parois se réunissent, et on voit naître de la membrane cylindrique deux bulles sphériques inégales qui restent attachées aux anneaux métalliques servant de bases au cylindre. Lorsque le cylindre est un peu moins long que la rupture ne l'exige, il est presque instable, en sorte que la plus petite force tendant à le déformer à l'une de ses extrémités amène sa transformation brusque en sphérules.

M. Boys, le savant et ingénieux physicien de la Société royale de Londres, a montré que l'on pouvait utiliser cette propriété des cylindres liquides instables pour la démonstration du magnétisme de l'oxygène gazeux. Nous extrayons le détail de cette expérience de la traduction française d'un délicieux petit ouvrage dont la *Revue* a déjà rendu compte (1). M. Boys nous montre d'abord que l'oxygène gazeux est relativement peu magnétique. " Je place, dit-il, dans ce but, entre les pôles d'un

(1) C. V. Boys, *Bulles de Savon*, traduit de l'anglais par Ch. Ed. Guillaume. Paris, Gauthier-Villars, 1892. Revue des quest., scient., juillet 1892, pp. 296 et suiv.

électro-aimant puissant, et dans une position dissymétrique, une petite bulle de savon gonflée d'oxygène; lorsque j'établis ou romps le courant dans la bobine, on peut à la rigueur apercevoir un léger mouvement de la bulle, mais ce mouvement est très faible; or, comme la moindre action suffit pour déformer la bulle et la faire vibrer fortement, nous sommes certains que la force exercée par l'électro-aimant sur l'oxygène est extrêmement faible.

„ Cette première expérience nous montre l'importance d'un moyen d'investigation très délicat. Je place, entre les pôles de l'aimant, une nouvelle bulle, contenant une quantité d'oxygène que j'ai préalablement mesurée et qui lui donne la grandeur exacte dont j'ai besoin. J'applique un anneau à la partie supérieure de la bulle, que j'étire jusqu'à ce que sa longueur soit à peu près égale à son pourtour; la position de l'anneau a été exactement réglée d'avance, et repérée sur la crémaillère. Je rétablis le courant, et, en un clin d'œil, la bulle se sépare en deux autres inégales, la plus grosse étant attachée à l'anneau inférieur. „

Admirons l'ingéniosité de M. Boys; et rendons hommage aux travaux du physicien belge qui ont préparé cette belle expérience.

Sur la température de l'arc électrique. — M. J. Violle vient de communiquer à l'Académie des sciences (1) les résultats de ses recherches sur la température de l'arc électrique produit par des courants variant de 10 ampères et 50 volts jusqu'à 400 ampères et 85 volts, et consommant de 500 à 34 000 watts, c'est-à-dire de 0,7 à 46 chevaux-vapeur.

Voici ses conclusions :

1° L'intensité intrinsèque de l'arc ainsi que l'éclat de la plage la plus brillante du charbon positif sont identiquement les mêmes pour ces arcs de puissances si différentes. Il résulte de là que la température de la partie la plus chaude du charbon positif ainsi que celle des particules de carbone contenues dans l'arc est *constante,* quelle que soit la dépense d'énergie. Cette température constante ne peut être que la température de volatilisation du carbone.

2° Des mesures calorimétriques ont permis de la fixer à 3500°.

(1) *Comptes rendus,* t. CXV; n° 26 (26 décembre 1892), p. 1273.

Ces recherches établissent donc l'existence et la position d'un nouveau point fixe dans l'échelle des températures ; conquête précieuse, qui intéresse également les chimistes et les physiciens. M. Berthelot s'est hâté, dans la même séance de l'Académie des sciences, de confirmer les conclusions de M. J. Violle et d'en proclamer la grande importance.

Les indicateurs des pôles. — On donne ce nom à des appareils qui permettent de distinguer rapidement et sûrement le pôle positif du pôle négatif d'une source quelconque de courant. Les services qu'ils peuvent rendre sont évidents; le principe sur lequel ils reposent et leur construction sont extrêmement simples.

Ils sont fondés sur la décomposition des sels alcalins par le courant : l'acide se sépare de la base ; un réactif sensible signale le fait et le sens de cette séparation. L'application de ce principe à la construction d'un indicateur se fait de différentes manières.

Voici la plus commode. Un tube de verre, de 7 ou 8 centimètres de long et de 1 à 2 centimètres de diamètre, est fermé à ses extrémités par des bouchons que traversent à frottement dur deux fils de platine terminés, à l'intérieur du tube, par de petites sphères de même métal. Le tube est presque entièrement rempli d'une solution sensible, dont la composition varie. Suivant la force électromotrice de la machine dont on veut déterminer les pôles, on écarte ou on rapproche les petites sphères de manière à ce que le courant qui traversera la solution soit très faible. Dès qu'il s'établit, le liquide se teinte du côté d'un des pôles, le positif ou le négatif, suivant le liquide dont le tube est rempli.

Voici la composition d'un des liquides employés dans la construction de ces tubes indicateurs :

Glycérine	50	grammes
Salpêtre	3	„
Eau	20	„
Phénol phtaléine dissous dans 10 grammes d'alcool	0,5	„

Cette solution est incolore. En intercalant le tube dans le circuit, le *pôle négatif* s'entoure d'une auréole rouge-violette. On retire le tube, on le secoue pour ramener, au sein du liquide, l'acide et la base au contact : la coloration disparaît, et l'instrument est prêt pour une nouvelle détermination.

Une bande de papier imprégné d'une solution sensible peut rendre le même service. On l'humecte avant de s'en servir, et on la touche simultanément avec les deux conducteurs dont on veut reconnaître la polarité.

Pour préparer ce papier indicateur, on peut se servir d'une des solutions suivantes : On dissout d'abord 250 grammes de salpêtre dans 1 litre d'eau. Le papier découpé en bandes est plongé dans ce bain puis séché. On le passe ensuite dans une solution alcoolique de 5 à 6 grammes de phénol phtaléine; on sèche de nouveau. L'indication est celle du tube rempli de la même solution.

On peut remplacer le phénol phtaléine du second bain par l'acide rosalique neutralisé, par le violet de méthylaniline, etc. Le premier donne du *violet* au *pôle négatif,* le second du *bleu-vert* au *pôle positif.*

Optique géométrique. — L'étude de la réfraction dans les lentilles épaisses est un des chapitres de l'optique géométrique les plus difficiles à introduire dans un cours élémentaire. L'exposé qu'on en trouve dans la plupart des traités de physique manque de simplicité et de méthode : on marche péniblement à travers des broussailles, avec le sentiment qu'on ne suit ni le plus court, ni le meilleur chemin; et, pour comble de malheur, arrivé au terme, on s'aperçoit que la mémoire se refuse à garder le souvenir net de cette multiplicité de détails, entassés sans enchaînement clair et logique.

Nous signalons à ceux de nos lecteurs qui doivent entreprendre ce voyage, la publication, dans le tome seizième des *Annales de la Société scientifique de Bruxelles* (1), de deux notes de M. G. Van der Mensbrugghe, professeur à l'université de Gand.-

La première a pour titre : *Sur une manière très simple d'exposer la théorie des miroirs et des lentilles;* la seconde, intitulée : *Théorie élémentaire des lentilles épaisses et des systèmes optiques,* étend au cas général la construction simplifiée du cas particulier. L'ensemble forme un exposé à la fois complet, méthodique, rapide et certainement plus simple que tous ceux que nous connaissons de la théorie des miroirs et des lentilles. La meilleure preuve que l'on puisse donner de sa supériorité, c'est qu'on le retient tandis qu'on oublie les autres. Dans une troisième note, imprimée dans

(1) Annales de la Soc. scient. de Brux., tome XVI, année 1891-92 (extraits). Ce volume va paraître très prochainement.

le même volume des *Annales,* M. Van der Mensbrugghe a simplifié, par les mêmes procédés, la méthode de détermination des éléments de la lentille équivalente au système optique de l'œil.

Expériences de cours. — Nous réunirons sous ce titre quelques expériences intéressantes que l'on peut aisément introduire dans un cours élémentaire.

M. F. Parmentier signale, dans le *Journal de Physique,* la manière suivante de faire l'expérience du *marteau d'eau.* On remplit avec de l'eau un tube de verre fermé par un bout; on traite ce tube comme on traite un thermomètre quand on veut, par des secousses, réunir les tronçons séparés de la colonne de mercure. L'eau est projetée violemment et tout d'une pièce vers l'orifice libre du tube; et en même temps le vide se fait dans la partie fermée. Une portion du liquide est rejetée en dehors du tube, le reste est brusquement repoussé en arrière par la pression atmosphérique, et on entend très nettement le choc sec de l'eau contre le fond du tube. Il arrive même que celui-ci se brise.

Des tubes larges ne conviennent pas : la colonne liquide s'y divise trop facilement. On réussit bien avec des tubes de 3 à 10 millimètres de diamètre et de 50 centimètres environ de longueur.

Le choix du liquide n'est pas indifférent : l'éther et l'alcool sont trop fluides; l'huile ne l'est pas assez. Avec ces liquides, l'expérience n'est pas impossible, mais elle devient difficile. L'eau est à recommander surtout.

On rapprochera de cette expérience les *coups de bélier* qui se produisent dans certaines canalisations d'eau quand on ferme brusquement un robinet d'écoulement.

Quelques expériences d'optique demandent de la lumière monochromatique. M. E. Fleischl von Marscow recommande, dans les *Annales de Wiedemann,* d'employer à cet effet le bromure de sodium au lieu du chlorure dont le crépitement est souvent fort gênant. Cette substitution n'apporte pas seulement des facilités, mais une lumière neuf fois environ plus intense.

Un des procédés les plus simples pour montrer les spectres des métaux consiste à faire jaillir l'étincelle d'introduction entre deux bornes taillées dans le métal à étudier : la lumière de l'étincelle, étalée par le spectroscope, montre les raies propres du métal.

On sait qu'il est nécessaire pour bien réussir d'intercaler dans le circuit secondaire un condensateur de capacité convenable.

MM. John Trowbridge et W.-E. Sabine font remarquer, dans *The American Journal of Sciences,* qu'on accroît beaucoup l'efficacité de ce procédé en faisant éclater l'étincelle dans un jet de vapeur d'eau. La couleur de la décharge se modifie, et son spectre montre les raies de l'hydrogène ; mais, en même temps, l'éclat des raies propres du métal est beaucoup exalté. Peut-être faut-il attribuer ce résultat à l'accroissement de conductibilité de l'espace qui sépare les bornes.

M. Stuart Bruce a présenté, il y a quelque temps, à la Société de Physique de Londres, un nouvel instrument, le *graphoscope aérien,* destiné à montrer sous une forme originale les effets de la persistance des impressions lumineuses sur la rétine.

C'est une simple baguette de bois, étroite, montée sur une machine tournante qui lui imprime un mouvement de rotation rapide dans son plan. Cette baguette est peinte en gris au centre, et la teinte va en s'éclaircissant jusqu'aux extrémités qui sont blanches. Lorsqu'elle tourne rapidement, la persistance de la vision lui donne l'aspect d'un disque à peu près uniformément éclairé. L'originalité de la conception de M. Stuart Bruce consiste à faire servir ce disque, sans réalité objective, comme *écran de projection.* Si l'on réalise le graphoscope en petit, on pourra projeter sur sa baguette en mouvement, à l'aide d'une lentille, l'image d'une bougie, par exemple, ou celle d'un bec de gaz. Si on le réalise en grand, il pourra recevoir les vues des lanternes ordinaires. Ce support aérien donne aux images, qui paraissent suspendues en l'air, quelque chose de fantastique qui ajoute à l'intérêt de l'expérience.

Il est nécessaire de donner à la baguette une teinte moins claire vers le centre, si l'on veut que l'éclairement du disque ou du dessin qu'on y projette soit uniforme. Sans cette précaution, en recouvrant, par exemple, toute la baguette de papier blanc, le milieu du dessin est beaucoup plus vivement éclairé que les bords.

Nous avons construit depuis longtemps pour notre cours un petit appareil analogue à celui de M. Stuart Bruce. Imaginez une bande étroite de verre étamé, découpée dans une glace, et montée comme la baguette du *graphoscope.* En la faisant tourner rapidement dans son plan, elle donne la sensation d'un *miroir plan continu* qui réfléchit la lumière, donne des images nettes, et

se prête à la production d'effets singuliers, provenant de la superposition ou de la juxtaposition d'une image et d'un objet réel, car cette surface réfléchissante aérienne est transparente et laisse voir, comme à travers un voile, ce qui est derrière elle.

Voici une manière simple, due à M. Hospitalier, d'obtenir la réalisation des lignes de force électrostatiques par des fantômes analogues aux spectres magnétiques.

On verse dans un cristallisoir une couche de quelques centimètres d'essence de térébenthine bien desséchée, et tenant en suspension de petits cristaux de sulfate de quinine. On fait arriver dans le liquide des tiges conductrices reliées aux deux pôles d'une machine statique. Dès que la machinne fonctionne, on voit les petits cristaux, qui jouent le rôle de la limaille dans la formation des spectres magnétiques, se ranger et dessiner nettement les lignes de force.

Il est à peine nécessaire de faire remarquer qu'on fait varier les apparences en faisant varier les conditions du champ. Ainsi, par exemple, la présence d'un anneau métallique préalablement plongé dans le liquide y détermine une surface équipotentielle renfermant une zone inactive.

M. Mascart a fait connaître un autre procédé plus simple encore. On colle sur une plaque de verre deux lames métalliques qui deviendront les deux pôles ; des poils de brosse, coupés en petits morceaux, et qu'on laisse tomber sur la plaque d'une certaine hauteur, dessinent le fantôme.

Signalons encore une autre expérience du même genre et qui a son utilité. De même que l'on peut produire les fantômes magnétiques en se servant de solénoïdes au lieu de barreaux aimantés, par le même procédé, c'est-à-dire en projetant de la limaille de fer sur un carton ou une lame de verre sous lesquels ou à travers lesquels passent les fils conducteurs d'un ou de plusieurs courants, parallèles, croisés, etc., on peut obtenir les fantômes correspondants aux champs électro-magnétiques que déterminent ces courants.

Il existe un grand nombre d'appareils, plus ou moins simples, montrant la composition des vibrations rectilignes. M. W. C. Röntgen nous apprend, dans les *Annales de Wiedemann,* qu'il emploie à cet effet un pendule de cinq mètres de long formé d'un fil et d'une sphère d'acier. On frappe une première fois la boule avec une tige de bois et l'on obtient une première oscillation rectiligne. Pendant qu'elle se produit, on frappe une seconde fois la boule dans la direction perpendiculaire au plan de la

première oscillation et, autant que possible, avec la même vigueur. Suivant le point de la première trajectoire où le second choc surprend le pendule, on obtient les diverses formes des vibrations elliptiques ou circulaires.

L'appareil qui nous paraît le plus commode pour le *tracé graphique* des courbes de Lissajous est celui que le R. P. Van Tricht décrit, dans ses *Leçons élémentaires de Physique,* sous le nom de *symphonographe.* Sa construction est simple, son réglage facile; celui dont nous nous servons nous donne de très belles figures de plus de cent centimètres carrés. On évite les ennuis de l'emploi du papier noirci au noir de fumée en prenant comme style un petit tube de verre, étiré en pointe courte et très fine, et rempli d'une solution d'aniline.

Le son et la lumière présentent, on le sait, de nombreuses analogies. Un travail de M. W. Leconte Stevens, publié dans *The American Journal of Sciences,* montre le profit que l'on peut tirer de l'emploi des flammes sensibles dans l'étude de ces analogies. Nous n'en citerons qu'un exemple.

Prenons, comme source sonore, un sifflet donnant de 15 000 à 20 000 vibrations par seconde; plaçons-le à 81 centimètres en avant d'un écran en carton percé de deux fentes verticales larges chacune de 6 millimètres et distantes l'une de l'autre de 75 millimètres. En explorant l'espace à l'aide d'une flamme sensible, on constate, derrière l'écran, l'existence de bandes hyperboliques *silencieuses.* C'est, on le voit, l'expérience des franges de diffraction de Grimaldi reproduite sur le son.

Le Traité des corps flottants d'Archimède et le problème de la couronne d'Hiéron. — Les titres de gloire d'Archimède sont nombreux; il est inutile de les énumérer. Nous ne voulons rappeler ici que son *Traité des corps flottants* qui, au jugement de Lagrange, " est un des plus beaux monuments de son génie "; et l'expérience célèbre où il fit, pour la première fois, l'analyse d'un alliage d'or et d'argent par une méthode purement physique. L'histoire de son *Traité* est fort curieuse, et il est intéressant de rechercher comment il réalisa son expérience.

Le texte grec des *Corps flottants* est perdu, peut-être sans retour. Jusque dans ces dernières années on ignorait même d'où provenait le texte des traductions que l'on possède, s'il était bien celui du géomètre grec, et par quelles voies il avait été transmis de l'antiquité aux modernes.

Une découverte toute fortuite a enfin jeté la lumière sur ces

questions obscures d'origine et d'authenticité (1); et elle nous a valu une traduction nouvelle de ce célèbre traité (2).

On sait aujourd'hui qu'en 1269, un traducteur qui avait sous les yeux le texte grec de tous les traités d'Archimède connus en rédigea une traduction latine complète et fidèle jusqu'à la servilité. Elle fut exhumée des bibliothèques au XVIe siècle par N. Tartaglia. C'est elle, en effet, à peine modifiée qu'il livra partiellement à l'impression en 1543. Cette première édition d'Archimède ne contient que le premier livre des *Corps flottants*. Après la mort de Tartaglia, le libraire vénitien Curtius Trojanus, acquéreur de ses manuscrits, publia une seconde édition de ce livre premier, en 1565; et, la même année, la rédaction du livre second préparée par Tartaglia.

En lisant la préface que Tartaglia place en tête de sa traduction abrégée d'Archimède, on serait porté à croire qu'il a eu sous les yeux et a traduit à grand'peine le texte grec des *Corps flottants*. On lit, en effet, dans cette préface : " Cum sorte quadam... ad manus meas pervenissent fracti, et qui vix legi poterant, quidam libri *manu graeca* scripti... Archimedis... omnem operam meam... adhibui ut nostram in linguam, quae partes eorum legi poterant, converterentur; quod sane difficile fuit, etc. „ Or cette édition, nous l'avons dit, contient le premier livre des *Corps flottants;* il semble donc que le texte original de cette partie du traité d'Archimède devait figurer parmi les fragments déchiffrables de ces *manu graeca scripti*. Malheureusement l'histoire semble faire mentir la préface.

Les amis de Tartaglia trouvèrent la traduction latine de ce premier livre très obscure; et à l'un d'eux, Antonio Landriano, qui lui avait manifesté le désir de consulter l'original grec, il répondit que, pour " lui éviter la fatigue de *rechercher* le texte grec qu'il trouverait peut-être plus obscur encore et plus incorrect que sa traduction latine „ il lui en envoyait une traduction italienne (3).

(1) Voir *Deutsche Litteraturzeitung*, Berlin, 1884, p. 211.

(2) *Le Traité des corps flottants d'Archimède*, traduction nouvelle par M. Adrien Legrand, JOURNAL DE PHYSIQUE, 2e série, t. X, p. 437; octobre 1891. Nous avons emprunté la plupart des détails qui suivent à l'introduction de M. Legrand, et aux publications suivantes : Ch. Thurot, *Recherches historiques sur le de princip' Archimède*, Paris, librairie académique de Didier et Cie (extrait de la REVUE ARCHÉOLOGIQUE, 1868-69; t. XVIII, XIX et XX); J. L. Heiberg, *Quaestiones Archimedeae*, Hauniæ 1879; Berthelot, *Sur l'histoire de la balance hydrostatique et de quelques autres appareils et procédés scientifiques*, ANNALES DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE, 6e série, t. XXIII, 1891, p. 475; etc.

(3) N. Tartaglia, *Ragionamenti sopra la sua travagliata invenzione*, Venet. 1551.

Cette réponse est au moins étrange. Il est difficile de croire qu'elle fut dictée par le désir sincère d'éviter à un ami une fatigue que l'intérêt et l'importance du sujet rendaient très utile; elle ressemble fort à un refus déguisé voilant mal le dépit qu'eût éprouvé Tartaglia en convenant, devant le public, qu'il ne connaissait point le texte grec des *Corps flottants*. La découverte de la traduction latine de 1269, que celle de Tartaglia ne fait que reproduire, donne évidemment à cette interprétation, peu flatteuse pour le savant italien, une probabilité bien voisine de la certitude.

Quelques années plus tard, en 1565, Commandin de Bologne publia à son tour une traduction ou plutôt une rédaction nouvelle des deux livres des *Corps flottants*. Il reconnaît, dans sa préface, n'avoir pas eu le texte grec à sa disposition, et nous savons aujourd'hui qu'il travailla sur la traduction latine de 1269, en recourant à des développements personnels pour combler çà et là des lacunes, et remplacer des passages par trop obscurs. Cette édition de Commandin contribua beaucoup à faire connaître le traité d'Archimède; elle fut utilisée, concurremment avec celle de Tartaglia, par les éditeurs et les traducteurs suivants. C'est en les combinant de son mieux que Peyrard, dans son *Archimède* complet, publié à Paris en 1807, donna une traduction française des *Corps flottants;* et en 1881, M. Heiberg, de Copenhague, le savant éditeur d'Archimède (1), s'appuyait également sur Tartaglia surtout et incidemment sur Commandin, pour édifier cette partie difficile de son œuvre.

Cette même année 1881, une découverte importante vint diminuer beaucoup la valeur de ces deux traductions latines. M. V. Rose, de Berlin, en fouillant la bibliothèque du Vatican, retrouva, dans un manuscrit contenant différents autres ouvrages de science, le texte, probablement le brouillon lui-même, de la traduction de 1269, perdue dans les archives papales.

Des indices irrécusables montrent que le traducteur du XIIIe siècle avait bien sous les yeux un exemplaire grec d'Archimède. Il le mentionne, il s'y réfère, et dans le cas, assez fréquent encore, où une lacune interrompt son latin, il note *en grec* des fragments de phrase dont la lecture lui paraît douteuse ou le sens obscur. Jusqu'à nouvel ordre, ce manuscrit est donc l'intermédiaire unique et direct entre Archimède et nous; il est la

(1) *Archimedis opera, latine vertit* J. L. Heiberg. Leipzig. Collection Teubner, 3; in-12, 1881.

base obligée sur laquelle doit être établie toute traduction nouvelle des *Corps flottants;* Tartaglia et Commandin ne doivent plus être admis qu'à donner des renseignements.

C'est ainsi qu'a procédé M. Legrand, dans sa nouvelle traduction; en se servant toutefois, pour contrôler l'état du texte, d'une source absolument indépendante de celle-là: les fragments d'une traduction arabe, faite en 969 sur un manuscrit grec par le mathématicien Amed-ben-Mohammed-ben-Abd-Adjalil-Alsidjzi, et publiés par Woepeke dans les *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des sciences* (1).

On croit connaître l'auteur de la vieille traduction latine (2). Ce serait un prêtre, Guillaume de Moerbek, desservant d'une église à Thèbes, vers 1230, et qui, passant de là à Viterbe, utilisa sa connaissance de la langue grecque pour traduire les moins connus des monuments antiques. Guillaume de Moerbek ne semble pas avoir été mathématicien. Son travail est moins une traduction qu'un calque du texte grec. Mais les défauts littéraires de son œuvre ajoutent beaucoup à sa valeur scientifique. Ce latin incorrect laisse voir, en effet, par transparence, les vraies expressions grecques qu'il recouvre, et cela avec assez de netteté pour que M. Heiberg, qu'un commerce assidu avec les textes grecs des autres traités qui nous sont parvenus a parfaitement initié à la connaissance de la langue d'Archimède, ait pu remettre en grec ce latin tout hellénique. Cette curieuse restitution se trouve dans les *Mélanges* publiés à Paris, en 1883, en l'honneur de M. Charles Graux.

Une analyse détaillée du *Traité des corps flottants* sort du cadre de notre bulletin. Rappelons seulement que la première partie contient les éléments d'hydrostatique. Elle s'ouvre par une hypothèse ou postulat qui sert ensuite dans presque tous les théorèmes. Les deux premiers traitent de l'équilibre des liquides; les cinq suivants, de l'équilibre des corps immergés: les propositions V, VI et VII développent ce que nous appelons aujourd'hui le *Principe d'Archimède.* Les deux propositions suivantes ont trait à la position d'équilibre d'un segment de sphère plongé dans un liquide.

(1) Tome XIV, p. 664.

(2) Voir dans *Zeitschrift für Mathematik und Physik,* Supplément, Leipzig, 1890, une étude de M. Heiberg sur Guillaume de Moerbek, à la suite de laquelle se trouve insérée la collation du manuscrit du Vatican avec le texte de l'édition du savant danois.

La seconde partie renferme une théorie de la stabilité des corps flottants à laquelle, au jugement de Lagrange, " les modernes ont peu ajouté „ (1). Elle commence par cette proposition : Si un corps est plus léger que le liquide où on l'abandonne, il y aura entre son poids et le poids d'un volume de liquide égal à celui du corps le même rapport qu'entre la partie immergée et le corps tout entier. Elle s'achève par neuf théorèmes relatifs aux segments de conoïdes paraboliques plongés dans un liquide.

On sait quelles conséquences Stévin, Galilée et Pascal ont su tirer de ce petit traité, et les transformations qu'ils ont fait subir aux démonstrations de la première partie. Stévin ne se contenta pas d'établir par une voie nouvelle, très curieuse, le principe d'Archimède ; il sut encore découvrir les lois de la pression que les couches supérieures d'un liquide exercent sur les couches inférieures, sur le fond des vases et sur leurs parois verticales ou inclinées. Son livre parut d'abord en hollandais sous le titre: *De Beghinselen des Waterwichts,* Leyde 1586. Snell le traduisit en latin (Leyde 1608), et rendit le mot *Waterwicht* par *hydrostatice,* que l'usage a consacré. Les œuvres de Stévin ont été traduites en français par Albert Girard (Leyde 1634) ; cette traduction ne manque pas de charme; en voici un spécimen :

" Un corps solide parigrave à l'eau se tient dans icelle en telle disposition et lieu qu'on voudra. „ — " Un corps solide minugrave à l'eau où il gît, est équipondérant à l'eau de laquelle il occupe le lieu. „ — " Tout corps solide est plus léger dans l'eau qu'en l'air de la pesanteur de l'eau égale en grandeur à iceluy. „

Galilée, dans une nouvelle démonstration du principe d'Archimède (1612), rattacha à la statique les lois de l'équilibre des liquides.

Enfin Pascal (1651) énonça nettement le principe fondamental de la transmission des pressions dans les fluides que lui suggéra la fameuse expérience de Torricelli.

Il nous reste à dire un mot de la manière dont Archimède a pu s'y prendre pour résoudre le problème de la couronne d'Hiéron.

L'anecdote qui se rattache à cette célèbre expérience est dans toutes les mémoires; plusieurs auteurs anciens la racontent ou y font allusion ; deux d'entre eux exposent les faits plus scientifiquement.

(1) *Mécanique analytique,* éd. J. Bertrand, I, p. 168.

Vitruve est le plus ancien auteur connu qui expose le détail du procédé imaginé par Archimède tel qu'il le comprend. Il ne sera pas inutile de citer la partie principale de ce passage auquel on renvoie toujours et que l'on rapporte souvent inexactement.

Après avoir raconté l'histoire de l'ex-voto d'Hiéron et l'anecdote du bain d'Archimède qu'il termine sur le mot si souvent répété : *J'ai trouvé,* Vitruve continue (1) : " En effet, à la suite de cette découverte, il fit faire, dit-on, deux masses de poids égal à celui de la couronne, l'une d'or, l'autre d'argent. Ensuite il remplit d'eau jusqu'aux bords un grand vase ; il y plongea la masse d'argent, et il en sortit une quantité d'eau correspondant à la grandeur du corps plongé dans le vase. Il enleva ensuite cette masse, ce qui fit baisser d'autant le niveau, et il y versa de l'eau mesurée à l'aide d'un setier, de manière que le vase fût de nouveau rempli jusqu'aux bords. Il trouva de cette manière quel poids d'argent correspondait à une certaine mesure d'eau.

„ Après cette expérience, il plongea de la même manière la masse d'or dans le vase rempli d'eau, et après l'avoir enlevée et procédé à la même mesure, il trouva qu'il n'était pas sorti autant d'eau que précédemment, mais autant en moins qu'à poids égal la masse d'or occupe un volume moindre que la masse d'argent. Enfin, le vase ayant été rempli de nouveau, et la couronne plongée de la même façon, il trouva qu'il était sorti plus d'eau que pour la masse d'or de même poids ; et de la quantité d'eau qui avait coulé en plus pour la couronne que pour l'or, il fit un calcul qui donna la quantité d'argent mêlé à l'or, et rendit ainsi évident le vol de l'ouvrier. „

Examinons de plus près cette méthode.

Elle n'est correcte, en principe, que sous certaines restrictions. On y suppose implicitement, et c'est là son moindre défaut, qu'il n'y a eu ni dilatation, ni contraction lors de la formation de l'alliage ; on y suppose en outre que l'argent seul a été employé pour falsifier l'alliage.

D'autre part, les découvertes de la chimie ont beaucoup diminué l'efficacité de cette méthode. Quel qu'eût été le métal substitué à l'or, Archimède en l'employant aurait pu découvrir la fraude ; nous ne le pourrions plus. L'or, en effet, est de tous les métaux connus à cette époque celui qui occupe le plus petit volume sous un poids donné ; plongé dans l'eau, il déplaçait moins de liquide que tout autre ; tout excès à cet égard devait

(1) *De Architectura,* livre IX, Introduction. éd. Panckoucke, t. II, p. 319.

donc accuser la fraude. Aujourd'hui, la découverte du platine et des métaux congénères, plus denses que l'or, permet de supprimer ce témoignage accusateur : on peut, en alliant le platine à un métal plus léger, fabriquer des alliages de même densité que l'or. Les faussaires modernes s'y sont exercés; mais l'orfèvre de Syracuse ne pouvait y songer.

Quant au procédé physique qui met le principe en pratique, et qui rappelle le procédé du flacon, il est certainement d'une exactitude médiocre. Il fallait un vase à large orifice pour y plonger une couronne. Dès lors il devenait bien difficile de définir le remplissage de ce vase et de mesurer correctement la quantité d'eau qui en sortait.

La remarque est de Galilée (1), qui présenta un autre procédé moins grossier, fondé sur l'emploi de la balance hydrostatique et qui, n'exigeant que des pesées dans l'air et dans l'eau, est susceptible d'une précision bien plus grande que celui décrit par Vitruve. Au jugement de Galilée, ce procédé de la balance répond mieux au génie d'Archimède; et il estime que l'auteur du *Traité des corps flottants* a dû employer quelque artifice analogue (2).

Qu'y a-t-il de vrai dans cette conjecture?

M. Berthelot, dans le mémoire dont nous avons transcrit plus haut le titre, cite des textes qui montrent que la balance hydrostatique était employée pour analyser un mélange d'or et d'argent par les orfèvres du moyen âge. Le plus net est extrait d'un traité technique relatif à l'orfèvrerie et à la peinture, intitulé *Mappae Clavicula,* et dont une copie, remontant au XIIe siècle, a été publiée par Way dans le tome XXXII de l'*Archaeologia* de la Société Archéologique de Londres.

Quelques modernes, il est vrai, ont pensé que le procédé décrit par l'auteur de la *Mappae Clavicula* n'avait pas dû être transmis directement depuis l'antiquité, mais qu'il était revenu en Europe par l'intermédiaire des Arabes. Cette manière de voir n'exclurait pas la possibilité de faire remonter aux Grecs, les maîtres par excellence des Arabes, la balance hydrostatique. D'ailleurs l'usage de cet instrument est décrit dans des manuscrits antérieurs à l'influence des Arabes, ce qui semble bien indiquer qu'il s'est conservé en Occident par une transmission technique directe et non interrompue.

(1) *Œuvres de Galilée,* éd. d'Albéri, 1854, t. XI, p. 21.
(2) *Ibid.,* t. XIV, p. 201 : *Bilancetta.*

On peut même le faire remonter jusqu'à l'antiquité classique.

Nous disions plus haut que Vitruve n'est pas le seul auteur qui ait décrit le procédé suivi par Archimède. On trouve l'exposé détaillé d'une solution différente du problème de la couronne dans un petit poème latin *sur les poids* (1), écrit au temps de l'Empire Romain, vers le IVe ou le Ve siècle de notre ère, et publié sous le nom de Priscien dans la collection des *Poetae latini minores*. Or cette solution est celle que fournit l'emploi de la balance hydrostatique, qui y est très nettement décrit et, de plus, attribué à Archimède.

En résumé donc, et c'est la conclusion de M. Berthelot, " l'emploi de la balance hydrostatique pour analyser les alliages d'or et d'argent repose sur une tradition certaine, attestée par des textes authentiques et transmise au moyen âge depuis le temps des Grecs et des Romains. „ Nul plus que l'auteur du *Traité des corps flottants* et de l'expérience de la couronne n'a de titres à sa découverte.

Il est vraisemblable qu'il en fit une autre que décrit, en la lui attribuant, l'auteur du même poème sur les poids, immédiatement avant l'exposé du problème de la couronne (2) : c'est celle de l'instrument que Muschenbroeck appela plus tard *aréomètre* et qui sert à mesurer la densité relative des liquides. Voici la traduction de ce passage.

" On façonne avec de l'argent ou de l'airain un cylindre de la longueur de l'intervalle qui sépare les nœuds du roseau; on le leste à la partie inférieure, en sorte qu'il ne s'enfonce ni ne sorte entièrement du liquide. On trace du sommet à la base du cylindre une ligne droite que l'on partage en autant de divisions que le cylindre pèse de *scrupules* (1,137 gr.). On pourra ainsi constater le poids d'un liquide. S'il n'est pas dense, la plus grande partie du cylindre s'enfonce; s'il est dense, la plus grande partie surnage. Si le cylindre s'enfonce de 21 divisions dans un liquide et de 24 dans un autre, le premier liquide sera plus pesant que le second d'une *drachme* (3,411 gr.). Si l'on prend le même volume de deux liquides, le plus dense pèsera plus; si l'on prend le même poids, le moins dense aura le volume le plus considérable „ (3).

On attribue aussi à Hypatia, fille de Théon d'Alexandrie, l'invention de l'aréomètre.

J. Thirion, S. J.

(1) Vers 124 et suiv. — Voir Hultsch, *Metrol. reliquiæ*, II, p. 95.
(2) Vers 102-123.
(3) Voir Thurot, *Op. cit.*, p. 22.

GÉOGRAPHIE.

Les découvertes géographiques d'Émin-Pacha entre le lac Albert-Édouard et le Victoria Nyanza (1). — Émin-Pacha et le Dr Stuhlmann viennent de déterminer, avec assez de précision, l'hydrographie, si mal définie jusqu'à ce jour, de la région comprise entre le lac Victoria, le lac Albert-Édouard et la pointe septentrionale du Tanganika.

D'après Stuhlmann, les cartes où est tracée la côte de l'Uganda ne sont pas exactes. Il indique de notables changements à introduire.

Le lac Victoria est bordé à l'ouest par un plateau de 4000 à 5000 pieds d'altitude; il est couvert de hautes herbes et d'acacias et faiblement arrosé. Au nord de *Bukoba,* station de la côte occidentale, il reçoit plusieurs tributaires, au nombre desquels on peut probablement ranger le *Kyanyavasi.* Il est navigable au point où Émin l'a traversé. Quoiqu'il vienne du sud-ouest, on ne peut pas dire qu'il soit l'émissaire du lac *Urigi.* A l'ouest de sa vallée est un bassin rocheux, sans écoulement, où se trouve, par 1° 30′ lat. S., et 31° long. E. Gr., le lac *Ikimba,* qui reçoit de l'est un modeste affluent.

Entre Bukoba et l'embouchure présumée du Kyanyavasi, se trouve un autre affluent du Victoria. Il a été découvert par le Père Schynse.

Mais le tributaire le plus important de la côte occidentale est le *Kagera.* De sa source, située au delà du 2° lat. S., jusque *Kavinjo* (1° 03′ lat. S. et 1240m d'altitude), sa direction générale est nord-sud. Il reçoit sur ce parcours les eaux de quelques petits lacs, le *Ssangue,* le *Mssengue,* le *Ruanjânâ,* où se trouve l'île *Kankoronjo,* le *Kasangeni* (le *Windermeere* de Stanley), le plus important de tous, situé par 1°40′ lat. S., et (2) * 30° 50′ long. E. Gr. A Kavinjo, où sa largeur est de 30 mètres et où ses eaux jaunâtres coulent d'une grande vitesse, le fleuve décrit une courbe

(1) Dr F. Stuhlmann : *a) Dr Emin Paschas letzte Expedition, 1891.* Briefliche Mitteilungen. Dr A. Petermann Mitteilungen, 1892, pp. 142-148; — *b) Lettres diverses* avec croquis. — Mittheilungen von Forschungsreisenden und Gelehrten aus den deutschen Schutzgebieten, du Bon von Danckelmann, 1892.

(2) Dans cet article, nous marquons d'un astérique les coordonnées astronomiques qui ne sont qu'approximatives.

et court vers l'est, puis vers l'est-nord-est. Au dire des indigènes, il est navigable de ce point jusque *Kitangule,* et même jusqu'au Victoria Nyanza. En aval de Kitangule, le Kagera se grossit de l'émissaire du lac *Luensinga.*

L'itinéraire d'Émin-Pacha du Victoria jusqu'à l'Albert-Édouard peut être jalonné par les étapes suivantes : Bukoba, Kitangulé, Kafuro, Kavinjo, lac Ruaketenje, Vitshumbi. C'est une marche à travers une suite de chaînes de montagnes formées de schiste et de quartz, et entrecoupées de lacs et de plateaux d'une hauteur de 1260 mètres. Elles courent dans une direction tantôt nord-nord-ouest, tantôt nord-ouest-sud-est. Leur altitude atteint 1650 mètres près de Kavinjo, et va croissant jusqu'au lac Albert-Édouard où elle est de 2100 mètres. Les hauteurs du Karagué et du Pororo sont généralement herbeuses et dénuées d'arbres.

Le lac Albert-Édouard n'est pas à l'altitude de 1008 mètres, relevée par Stanley, mais bien de 840 mètres. Sa limite méridionale extrême est marquée par le parallèle 0° 45′ lat. S.; à l'époque des grandes pluies elle descend encore plus bas. Ses eaux sont peuplées de cypridés et de siluridés; le crocodile y est inconnu. Du 19 au 26 janvier 1892, leur température était de 24° à 28° C. Quoiqu'il ne plût pas, il existait à l'ouest du lac une brume intense. Cette situation semble avoir duré plusieurs mois.

L'Albert-Édouard a plusieurs tributaires. Le plus important de la côte occidentale est l'*Issassi.* La rive méridionale présente deux vallées constituant des savanes près de leur embouchure : le *Rutschurru,* large de 50 mètres et originaire du *Ruhanda;* on n'y a de l'eau que jusqu'aux genoux. Le *Kifu* semble venir de l'*Uhla,* à l'est du Tanganika, par 4° lat. S. Il arrose le Ruhanda. La longueur de son cours est de 220 à 250 milles anglais. C'est sans aucun doute le tributaire le plus méridional du Nil. Ces deux vallées s'appuient à l'est aux massifs du *Pimbi,* du *Butumbi* et du *Pororo,* et au sud à de puissantes ondulations où se dressent six cônes volcaniques. Ils sont rangés dans une direction est-nord-est vers ouest-nord-ouest, entre 1°20′ et 1°30′ lat. S. et 29°30′ et 30° long. E. Gr. Le plus oriental, le *Mfumbiro,* est par 1°19′ lat. S. et * 30°4′ long. E. Gr., à l'altitude de 3500 mètres. Le *Kissigali* est très abrupt; sa hauteur est de 4000 à 4500 mètres. Le *Virungo,* le plus occidental, est encore en pleine activité.

L'Albert-Édouard est presque encaissé au milieu de montagnes. Nous avons dit qu'au sud-est elles atteignent 2100 mètres; elles sont boisées et leurs versants supérieurs couverts de fourrés

d'éricées. A la pointe nord-ouest se dressent des crêtes aux cimes neigeuses, dont le versant occidental s'épanouit en plaines boisées. Stuhlmann fit l'ascension d'un de ces pics, sans pouvoir atteindre toutefois la limite des neiges, qui se trouve entre 3900 et 4000 mètres. Il a formé une riche collection de la flore de ces hauteurs.

Les découvertes géographiques qu'il nous reste à signaler ne sont pas de même importance que pendant la première partie de l'itinéraire. Il y a cependant quelques points à retenir.

L'expédition a pénétré dans la vallée du *Semliki-Issango,* l'émissaire de l'Albert-Édouard décrit par Stanley. Elle le traversa plus en aval que le grand explorateur; sa largeur était de 55 mètres et sa profondeur de $0^{m},50$ à 1 mètre. On y vit des éléphants, les premiers depuis le départ de la côte. Le Semliki se jette dans le lac Albert, dont le niveau baisse sensiblement, plus à l'est que ne le renseigne Stanley.

Le *Lú* ou *Lúlu,* qui arrose le Boga, et dont Stanley fait un affluent de l'Ituri, est, d'après les indigènes, un tributaire du Semliki.

L'*Ituri* a une direction absolument méridionale. Il coule le long du 30° long. E., et est barré par plusieurs rapides. Émin l'a suivi jusque *1°50′ lat. N. La plupart de ses affluents viennent de l'est. Ses sources sont par * 2°40′ lat. N. et 30°20′ long. E. Gr. La plus importante est la rivière *Abumbi*, formée par de nombreux ruisseaux très encaissés; elle descend du plateau de *Lendu,* où Émin a pénétré jusque 2°13′ lat. N., pour éviter le pays dévasté par les Arabes. Le Lendu est un plateau de 1300 à 1500 mètres d'altitude, parsemé d'ondulations et de collines; la pente de ses versants est et ouest est très raide. Au sud-ouest se détache une crête qui forme ligne de partage entre la Lúlu et l'Ituri. Elle vient finir à la *Duki,* dont la vallée sépare le Lundu sud-occidental de la haute région de " *Walegg* ".

La Duki décrit une boucle en venant du nord ou du nord-ouest. Émin l'a traversée par 1°32′ lat. N. La *Dui* et l'*Ihuru,* découverts par Stanley, présentent aussi cette configuration hydrographique.

Le Dr Stuhlmann reporte beaucoup vers le nord le cours supérieur du *Bomokandi,* qu'il sépare de l'Ituri par des chaînes de montagnes.

F. Van Ortroy,
lieutenant de cavalerie.

NOTES

Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris, t. CXV, octobre, novembre et décembre 1892.

N° 14. **G. Bonnier** a fait des expériences relatives à l'influence de la lumière électrique sur la structure des plantes herbacées qui l'ont conduit aux conclusions suivantes : 1° Lorsque la lumière électrique continue, sous verre, provoque chez une plante herbacée un grand développement, avec verdissement intense, la structure des organes est d'abord très différenciée; mais, si la lumière électrique est intense et prolongée pendant des mois, sans arrêt ni atténuation, les nouveaux organes formés par les plantes qui peuvent s'adapter à cet éclairement présentent de remarquables modifications de structure dans leurs divers tissus et sont moins différenciés, tout en étant toujours riches en chlorophylle. 2° La lumière électrique directe est nuisible par ses rayons ultra-violets au développement normal des tissus, même à une distance des lampes de plus de trois mètres.

N° 15. **E. Picard** vient de publier le premier fascicule du second volume de son *Traité d'analyse.* Il est consacré aux fonctions harmoniques, aux fonctions analytiques et à la théorie de l'existence des intégrales des équations différentielles et aux dérivées partielles.

Faye fait connaître des faits nouveaux signalés en faveur de sa théorie des cyclones, par M. Dallas, l'éminent météorologiste des Indes anglaises.

Ed. Blanc a vu, dans la Mongolie occidentale, des briques poreuses extrêmement dures, obtenues en faisant traverser le four où on les cuit, par un courant descendant de vapeur d'eau surchauffée. Ces briques, d'un gris foncé uniforme, qui sont fabriquées avec des argiles de qualité médiocre, ont, après

cuisson complète, l'apparence de certaines roches trachytiques. Il est probable qu'il se forme, en effet, sous l'action de la vapeur d'eau, une sorte de trachyte artificiel.

L. Géneau de Lamarlière. A surface égale, et toutes les conditions étant identiques d'ailleurs, les feuilles de même espèce développées au soleil ont une respiration plus intense que celles qui se sont développées à l'ombre. La quantité d'eau transpirée par une même surface et dans les mêmes conditions est plus grande pour les premières que pour les secondes. Le rapport du poids sec au poids frais des feuilles développées au soleil est supérieur à celui des feuilles développées à l'ombre.

N° 16. **Tisserand.** Le cinquième satellite de Jupiter a été trouvé par M. Barnard à l'Observatoire de Lick, en Californie, qui est situé à une altitude de 1310 mètres et dispose de la plus grande lunette du monde (0,92 d'ouverture). D'après les observations faites les 10, 12, 13, 14 et 16 septembre dernier, la durée de sa révolution est de 11 heures 50 minutes seulement, et sa distance au centre de Jupiter est deux fois et demie le rayon de la planète.

E. Picard fait connaître de nouvelles applications de ses méthodes d'approximations successives, dans la théorie des équations différentielles.

J. Welsch. Le dernier soulèvement de l'Atlas n'a pas eu lieu à la fin du miocène moyen mais du miocène supérieur. Ce résultat important est à rapprocher des idées émises dans ces dernières années, que les zones de plissement sont d'autant plus rapprochées de l'équateur qu'elles sont plus récentes.

N° 17. **Berthelot** a fait de nouvelles recherches sur la fixation de l'azote atmosphérique par les microbes, en opérant non sur de la terre végétale, mais sur de l'acide humique naturel ou artificiel placé dans des flacons fermés hermétiquement. Il a constaté, dans tous les cas, qu'il y a fixation d'azote en même temps que développement de végétaux microscopiques blanchâtres, d'espèces multiples.

Poincaré vient de publier un second volume sur la *Théorie mathématique de la lumière,* contenant de nouvelles études sur la diffraction et la théorie de la dispersion d'Helmholtz.

de Place a imaginé un appareil (sonomètre d'induction joint à un microphone) servant à explorer la structure intime des masses métalliques.

S. Jourdain. Les larves parasites hexapodes des Acariens

sont parfois fixées sur leurs victimes par leur rostre, qui se prolonge, dans le corps de l'insecte auquel ils sont attachés, par une trompe irrégulièrement ramifiée, dont les branches, terminées par une ventouse, s'insinuent au milieu des tissus sous-tégumentaires.

M. Boule a découvert un squelette d'*Elephas meridionalis* dans les cendres basaltiques du volcan de Senèze (Haute-Loire). Il conclut de ses études sur les fossiles des volcans basaltiques de la vallée de l'Allier que les uns étaient en pleine activité à l'époque du Pliocène moyen, que d'autres, comme celui de Senèze, sont un peu plus récents.

N° 18. **Poincaré** fait connaître de nouveaux principes relatifs à l'*Analysis situs* dans les espaces à plus de trois dimensions et montre que les nombres de Betti ne suffisent plus pour y déterminer une surface fermée.

E.-H. Amagat. Le coefficient de compressibilité des liquides, à toutes les températures, décroît régulièrement quand la pression croît. Sauf pour l'eau, le coefficient de compressibilité augmente avec la température, sous toutes les pressions.

Th. Schloesing fils et Em. Laurent. Les sols absolument nus, ne portant aucune végétation apparente, quoique pourvus des êtres microscopiques variés contenus dans de bonnes terres, ne fixent pas d'azote libre.

St. Meunier a reproduit expérimentalement le phénomène de la gémination des canaux de Mars. Il dessine à l'aide d'un vernis noir, sur une surface métallique polie, une série de lignes et de taches représentant la carte de Mars; puis il fait tomber sur elle un rayon de soleil ou de toute autre source lumineuse. Il place alors à quelques millimètres devant la surface métallique et parallèlement à elle, une fine mousseline transparente, tendue sur un cadre. Aussitôt toutes les lignes et toutes les taches se dédoublent, se géminent par suite de l'apparition, à côté de chacune d'elles, de son ombre, dessinée sur la mousseline par la lumière que le métal a réfléchie. D'après l'étude des circonstances où se produit la gémination sur la surface de Mars, il est probable que ce sont les nappes de brume de l'atmosphère de la planète qui jouent le rôle de la mousseline dans l'expérience qui vient d'être citée. (Voir aussi n° 21.)

Bienaymé signale les résultats suivants d'un voyage scientifique à Jan-Mayen et au Spitzberg pendant l'été de 1892 : 1° Les cartes les plus récentes de Jan-Mayen sont exactes; celles du Spitzberg ne le sont pas. 2° Au point de vue météorologique,

Jan-Mayen se rattache à l'Islande, aux îles Feroë et, par suite, à l'Angleterre et à la Scandinavie; les phénomènes observés au Spitzberg sont, au contraire, d'un ordre particulier. 3° Contrairement à l'opinion commune, il n'y a pas de perturbations magnétiques spéciales dans les régions arctiques. 4° Les marées sont plus faibles au Spitzberg qu'en Islande; leur hauteur décroît à mesure que l'on se rapproche du pôle. 5° Au Spitzberg, à 78 1/2 degrés de latitude, l'intensité de la pesanteur est 9,82866, tandis qu'à Vienne, à 48,2 degrés, elle est 9,80876.

N. Ketscher. Le lait d'une chèvre vaccinée contre le choléra, injecté dans le péritoine des cobayes, non seulement les vaccine contre une infection cholérique future, mais guérit aussi une maladie déclarée.

N° 19. **Appell** est élu membre de l'Académie, en remplacement d'O. Bonnet.

Gouy prouve expérimentalement que la pesanteur a une action sur les fluides au point critique, parce qu'aux environs de ce point leur compressibilité est très grande.

Duclaux. Berthelot a montré le premier que la fixation d'azote sur la terre est le résultat d'un acte vital. Schlœsing fils et Laurent ont prouvé que ce sont des algues vertes microscopiques qui président à cette fixation de l'azote.

Berthelot. La fixation de l'azote peut avoir lieu également dans l'épaisseur du sol, pourvu que l'oxygène y circule, et sous l'influence d'organismes inférieurs incolores qui semblent privés de chlorophylle.

J. Bouillot. Les alcaloïdes de l'huile de foie de morue, dont l'action comme stimulants de la nutrition et de la circulation et comme diurétiques a été établie, paraissent aussi être des médicaments précieux, comme excitants énergiques de l'appétit, et dans d'autres cas encore.

L. Guéroult. La potée d'étain est un stannate de plomb obtenu en oxydant environ 3 parties de plomb et 1 d'étain; elle sert au polissage du cristal et amène souvent des intoxications saturnines chez les ouvriers qui l'emploient. On la rend inoffensive en y ajoutant le double d'acide métastannique, comme l'expérience l'a prouvé.

N° 20. **Berthelot.** La chaleur de combustion moléculaire du camphre à pression constante, déterminée de nouveau par plusieurs expérimentateurs, est 1413,7 calories, au lieu de 1404,2. Ce résultat nouveau, plus exact, entraînera la revision de

la chaleur de combustion de certains corps pour lesquels le camphre a été employé comme combustible auxiliaire.

P. Schützenberger. La fibrine de cheval est une espèce d'éther composé, saponifiable par l'influence de la pepsine et se scindant, en fixant de l'eau, en deux termes opposés qui tous deux contiennent les éléments de l'urée. La transformation en peptone est donc le résultat d'une décomposition d'éther par saponification.

Schlœsing trouve que l'engrais semé en lignes est mieux utilisé par les plantes que l'engrais intimement mêlé au sol (au moins dans les conditions des expériences faites par lui).

Amagat. 1° Le coefficient de dilatation des gaz sous pression constante augmente d'abord avec la pression; il passe par un maximum qui a lieu sous une pression croissant régulièrement avec la température. 2° Le même coefficient augmente d'abord avec la température, passe par un maximum, puis diminue. Sous des pressions constantes de plus en plus fortes, ce maximum a lieu à des températures de plus en plus élevées, en même temps qu'il est moins accentué.

Arloing. Les pulpes ensilées de betteraves ont un pouvoir pathogène qui les rend nuisibles aux animaux quand elles sont consommées en quantité trop considérable. Ce pouvoir pathogène réside moins dans les microbes peu nombreux qu'on y rencontre, que dans les substances diastaséiformes et ptomaïques, qui y entrent pourtant pour une faible part, mais qui ont une action extrêmement nocive sur le système nervo-moteur. (N° 24. On peut diminuer considérablement le pouvoir pathogène des pulpes par l'addition d'une quantité assez faible de sel marin.)

R. Pictet. Entre les températures de 155 à 125 degrés sous zéro, on ne constate aucune réaction chimique quels que soient les corps mis en présence. Toute réaction chimique commence toujours par une période d'énergie négative, c'est-à-dire dans laquelle il faut fournir du travail extérieur aux composants pour permettre leur combinaison.

H. Le Chatelier parvient à faire cristalliser le carbonate de chaux par fusion sous pression (N° 23, ou sans pression), à une température un peu inférieure à celle de la fusion de l'or. Hall avait tenté la même chose au siècle passé, avec un succès douteux, pour appuyer la théorie de la formation des roches de Hutton. (N°s 22 et 26 : **A. Joannis** fait observer que la réussite de l'expérience dépend probablement des conditions de pression où l'on opère.)

G. Wyrouboff. Les corps géométriquement et optiquement isomorphes ont en solution des pouvoirs rotatoires spécifiques très sensiblement identiques.

M. Arthus et A. Huber. Le fluorure de sodium, à un p. c., tue tous les êtres vivants, s'oppose au développement des fermentations vitales sans arrêter les fermentations chimiques. Il permet de déterminer la nature d'un phénomène ayant pour siège les milieux organiques et de le rapporter soit à une action vitale, soit à une action diastasique.

A. Gautier. En général, l'action des ferments solubles n'est pas annihilée par les antiseptiques ou les toxiques.

J. Héricourt et Ch. Richet. Si l'on transfuse à des chiens infectés de tuberculose humaine, du sang de chiens vaccinés contre cette tuberculose, au moyen de la tuberculose aviaire, on ralentit et même on arrête la maladie.

N° 21. **Darboux** vient d'achever la publication du tome XIV et dernier des *Œuvres* de Lagrange.

Haton de la Goupillière fait connaître une méthode de détermination du centre des moyennes distances des centres de courbure des développées successives d'une ligne plane quelconque.

Izarn obtient un savon résineux permettant de faire des bulles à paroi très mince et pourtant persistante, en dissolvant à chaud, dans 100 grammes d'eau, 10 grammes de colophane pure et 10 grammes de carbonate de potasse.

M. Baudoin. On montre actuellement en Europe deux fillettes, âgées de trois ans et deux mois réunies au niveau de la région sus-ombilicale, depuis l'appendice xiphoïde jusqu'à la cicatrice du nombril; elles sont nées aux Indes anglaises, province d'Orissa, au sud de Calcutta ; elles constituent le huitième cas connu de xiphopage ayant vécu. Aucun des sujets composants ne présente d'inversion des viscères. Il est très probable que l'on peut séparer chirurgicalement ces enfants sans danger.

E. Gain. L'influence de l'humidité sur la floraison peut se caractériser ainsi : air sec, très favorable ; sol humide, favorable ; sol sec, défavorable ; air humide, très défavorable.

E. Mesnard. L'huile essentielle qui donne aux fleurs leur parfum provient de la chlorophylle ; elle est localisée dans les cellules épidermiques de la face supérieure des pétales ou des sépales; le dégagement du parfum de la fleur ne se fait sentir que lorsque l'huile essentielle s'est suffisamment dégagée des produits intermédiaires qui lui ont donné naissance, et il se trouve en quelque sorte dans un rapport inverse avec la production du tanin et des pigments dans la fleur.

N° 22. **Poincaré** vient de publier le premier fascicule du tome second de son ouvrage : *Les méthodes nouvelles de la Mécanique céleste.* Il est consacré à l'exposition et à l'extension des méthodes de Newcomb et de Lindstedt. Newcomb est parvenu à faire disparaître, dans les développements des coordonnées des astres, les termes séculaires où le temps sort des signes trigonométriques, en se servant de séries pseudoconvergentes, comme celles de Stirling.

E. Amagat. Le coefficient de dilatation des liquides étudiés par lui, l'eau exceptée, diminue quand la pression augmente ; au contraire, il croît d'abord avec la température, en tendant probablement vers un maximum. Pour les liquides comme pour les gaz, les isothermes présentent une légère courbure tournée vers l'axe des abcisses. On prend les p comme abcisses, les produits pV comme ordonnées. Pour d'autres résultats analogues, voir les n°s 24 et 26.)

P. Joubin et n° 24) **E. Fabry** ont vérifié expérimentalement le théorème de Gouy : " Une onde sphérique, en passant par son foyer, prend une avance d'une demi-longueur d'onde ", et d'autres résultats semblables.

A. Ditte et R. Metzner. L'acide chlorhydrique est sans action sur l'antimoine ; si l'antimoine se dissout dans l'acide chlorhydrique, c'est grâce à l'intervention de l'oxygène et proportionnellement au poids de ce gaz contenu dans le liquide employé. (N° 26. Il en est de même pour le bismuth.)

C. Poulenc est parvenu à obtenir des fluorures de fer anhydres et cristallisés.

Em. Placet prépare du chrome métallique pur par électrolyse, au moyen d'une solution aqueuse d'alun de chrome, additionnée d'un sulfate alcalin et d'une petite quantité d'acide sulfurique.

A. Prunet. Les plantes gelées se dessèchent rapidement, au moment du dégel, parce que les propriétés absorbantes de leurs éléments anatomiques ont presque complètement disparu ; elles perdent, sans compensation, une grande quantité d'eau, par une évaporation intense remplaçant la transpiration normale, lorsque la température s'élève.

N° 23. **Moissan.** La fumée d'opium de bonne qualité, au début, n'apporte au poumon qu'une très petite quantité de morphine et de parfums agréables ; mais la fumée de l'opium déjà brûlé, ou de l'opium falsifié, contient des composés toxiques : pyrrol, acétone, bases hydropyridiques.

Th. Schlœsing fils a constaté, dans ses expériences très précises, que le rapport du volume de l'acide carbonique disparu, pendant les six ou huit premières semaines de la végétation de plantes examinées par lui, au volume de l'oxygène apparu est notablement inférieur à l'unité. Il y a élimination d'oxygène par le fait de la plante.

N° 24. **Moissan** a imaginé un nouveau four électrique qui lui permet d'obtenir des températures de 2000 à 3000 degrés. Au moyen de ce four, on peut facilement faire réagir le bore et le silicium sur les métaux et obtenir des borures et des siliciures en beaux cristaux. La magnésie, la chaux, la strontiane cristallisent, puis fondent avec rapidité; l'acide borique, le protoxyde de titane, l'alumine sont rapidement volatilisés, les oxydes de la famille du fer, stables aux hautes températures, fournissent des masses fondues, hérissées de petits cristaux.

Friedel a constaté avec certitude l'existence du diamant dans le fer météorique de Cañon Diablo, dans l'Arizona. Le diamant s'y trouvait dans une gangue que l'on peut sûrement considérer comme sa gangue primitive.

F. Perrier est nommé membre de l'Académie en remplacement de M. de Quatrefages.

F. X. Lesbre et A. Milne-Edwards. D'après leurs caractères ostéologiques, les léporides sont des lapins; ce ne sont pas des hybrides de lapin et de lièvre.

G. Vandermensbrugghe. La densité de la couche superficielle des liquides va en augmentant de l'intérieur vers l'extérieur; de là un écartement des molécules dans le sens normal. Mais, dans un liquide, il ne peut se produire autour d'un point quelconque un écartement moléculaire suivant une direction, sans provoquer le même écartement dans les autres directions. Par suite, la tension superficielle est une conséquence de la moindre densité superficielle. Celle-ci, d'ailleurs, est la cause de l'évaporation, dont la théorie est ainsi rattachée à celle de la tension superficielle.

N° 25. **d'Abbadie**, dans la séance publique annuelle, consacre son discours à la mémoire des académiciens décédés pendant l'année écoulée : Richet (mort le 30 décembre 1891); de Quatrefages (12 janvier 1892); Jurien de la Gravière (5 mars); Ossian Bonnet (22 juin); Mouchez (25 juin); Airy (le 2 janvier), l'un des grands astronomes du XIXe siècle, dont le nom mérite d'être cité à côté de ceux de Bessel, Struve, Hansen, Leverrier et Delaunay; Lalanne (le 12 mars); de Caligny; Gilbert; Abria; Adams. On peut

ajouter à cette liste L. Kronecker (29 décembre 1891). Parmi les savants auxquels des prix ont été décernés, on peut signaler les suivants :

Hadamard, pour ses recherches sur le nombre des nombres premiers inférieurs à une quantité donnée.

Humbert, pour son étude des surfaces au moyen des fonctions abéliennes.

J. Fowler et B. Baker, pour leur pont du Forth. Il franchit, à une hauteur de 47 mètres au-dessus du niveau des plus hautes mers, le golfe du Forth qui a, en ce point, une largeur de 2400 mètres. Il comprend deux viaducs d'approche ayant ensemble 769 mètres de longueur, deux travées de rive de 207 mètres et deux grandes travées centrales de 521 mètres de portée. C'est un *Cantilever bridge* (pont équilibré), présentant le moins de surface possible à l'action du vent et de l'oxydation.

Bastié, pour son ouvrage sur la population en France, où il signale avec netteté les causes morales du décroissement de la natalité.

d'Ocagne, pour son livre sur la Nomographie.

Le Chatelier, pour ses recherches de chimie physique.

N° 26. **P. Stroobant.** La recherche de l'équation personnelle absolue par des méthodes expérimentales devrait servir à corriger les déterminations directes et figurer, au même titre que les erreurs dues aux corrections instrumentales, dans la réduction des observations.

A. Angot. D'après des observations faites à la tour Eiffel, pendant la nuit, la température croît à partir du sol jusque vers 170 mètres de hauteur, sans doute à cause du refroissement de la terre par rayonnement nocturne et des couches voisines par contact; au delà, la température décroît avec la hauteur. Pendant la journée, la température décroît régulièrement à mesure que l'on s'éloigne du sol. De février à septembre, dans la couche inférieure (jusque vers 160 mètres), la décroissance est de plus d'un degré par 100 mètres ; il en résulte, vers le milieu du jour, des courants ascendants pour rétablir l'équilibre de cette portion de l'atmosphère.

Violle, au moyen de l'arc électrique, a obtenu à une température de 3500 degrés la volatilisation du carbone.

E. Sarasin et L. de la Rive ont vérifié l'égalité des vitesses de propagation de l'ondulation électrique dans l'air et le long des fils conducteurs.

A. Müntz et A.-Ch. Girard. C'est plus dans les étables que

dans les tas de fumier exposés à l'air libre que se produisent de grandes pertes d'azote; ce qui s'explique par la fermentation ammoniacale extrêmement rapide des urines et par la surface considérable sous laquelle la litière imprégnée de liquides ammoniacaux se présente au contact de l'air. Ce n'est pas dans l'augmentation de la litière qu'il faut chercher le remède à ces déperditions si préjudiciables.

Venukoff. La Russie a desséché, dans le bassin de la Perpète, affluent du Dniéper, un million d'hectares de marais, qui ont été transformés en prairies (300 000 hectares) et champs (100 000 hectares) très fertiles et en forêts.

P. Mansion.

NOTE COMPLÉMENTAIRE DE L'ARTICLE :

LES VOYAGES D'EXPLORATION SUR L'INLANDSIS DU GROENLAND

(Voir plus haut pp. 26 et suiv.)

L'article relatif aux voyages d'exploration sur l'Inlandsis était sous presse quand sont arrivées en Europe les premières nouvelles de l'expédition entreprise en 1892 par M. M. Peary, ingénieur de marine aux États-Unis. Les résultats généraux seuls en sont connus, mais ils présentent pour la géographie du Groenland une importance capitale.

La grande terre glacée a été traversée de l'ouest à l'est et retraversée de l'est à l'ouest, mais cette fois dans sa partie septentrionale, au delà du 80° de latitude, au nord de l'itinéraire suivi par M. Nansen.

Le voyageur américain partit en traîneau de la baie Mac Cornick, dans le détroit de Smith, et longea la côte en s'élevant vers le nord-est. Il traversa le glacier de Humboldt, puis le grand glacier qui descend dans le fjord Petermann et franchit, le 28 juin, le 82° de latitude. Là le champ des glaces intérieures s'abaissait graduellement et laissait apparaître bientôt le sol dépouillé de neige et couvert d'une flore assez riche pour nourrir un gibier comparativement abondant. Le bœuf musqué n'était pas rare. M. Peary était donc parvenu à la lisière septentrionale de l'Inlandsis. Il résolut d'en longer le bord et s'engagea droit à l'est, puis au sud-est, jusqu'à ce qu'il atteignît un fjord profond, situé par 81° 37' nord et 34° ouest, qu'il nomma *Independance Bay*. L'Atlantique était donc rejoint 3 1/2 degrés au nord du point extrême atteint sur la côte orientale par le capitaine Koldeweg en 1879.

M. Peary revint de Independance Bay directement à son point de départ, la baie Mac Cornick, faisant route par conséquent au midi de son itinéraire d'arrivée et à travers l'Inlandsis. Celle-ci formait dans cette région un plateau de 2400 mètres d'altitude.

J. de la Vallée Poussin.

Bruxelles. — Imp. Polleunis & Ceuterick, rue des Ursulines, 37.

L'INFLUENZA

DEUXIÈME ARTICLE (1).

II

PATHOLOGIE ET ÉTIOLOGIE GÉNÉRALES.

L'influenza appartient à cette classe de maladies auxquelles on a donné le nom de *maladies infectieuses aiguës*, parmi lesquelles on range également le typhus, la variole, la rougeole, la scarlatine, la diphtérie, etc... Elle doit être produite par l'action d'un poison morbide spécifique, toujours le même. Ce qui le prouve, c'est son mode de propagation, dont nous parlerons plus loin, et, en outre, la brusquerie du début de la maladie, la manifestation constante de la fièvre, le dérangement dans l'état général et enfin la marche assez typique du processus morbide, malgré la grande variété des symptômes.

Une des principales particularités de l'influenza consiste dans la tendance qu'elle a, lorsqu'elle est arrivée dans une localité, à s'étendre au loin dans les contrées voisines, voire même à la plus grande partie du globe terrestre. En d'autres termes, c'est une maladie essentiellement épidé-

(1) Voir le premier article, *L'Influenza*, I. *Historique*, dans la livraison précédente, janvier 1893, pp. 68 et suiv.

mique, susceptible de devenir même pandémique. L'influenza peut-elle affecter la forme d'épidémies locales, qui resteraient confinées dans des bornes assez étroites? C'est ce qu'il est difficile de dire. L'épidémie de 1891-1892 semble donner une grande probabilité à cette manière de voir; mais, nous l'avons dit, on n'est pas absolument d'accord sur la marche de cette épidémie. Ce qui nous force à nous tenir sur la réserve, c'est que le diagnostic de la maladie n'est pas toujours facile. Tant que nous ne pourrons nous appuyer sur la présence du microbe pathogène spécifique, comme on le fait pour la virgule du choléra, il restera des doutes sur la nature véritable de certaines épidémies qu'on rattache à l'influenza.

Quelques auteurs ont parlé d'influenza endémique. On a notamment prétendu que cette maladie était endémique en Islande, dans les îles Feroë, à Moscou. Dans ces localités, elle éclaterait régulièrement au printemps et en automne. Mais il paraît bien démontré qu'on a confondu l'influenza avec des épidémies de fièvre catarrhale, dont l'éclosion s'explique par les conditions atmosphériques de ces deux saisons.

L'influenza est-elle réellement une maladie *sui generis*, ou ne doit-elle pas être rattachée à d'autres maladies qui seraient modifiées par certaines circonstances extérieures? Cette question a, depuis toujours, fait l'objet de vives discussions et de nombreuses recherches. Les uns ont prétendu que l'influenza n'était qu'un catarrhe modifié. On peut objecter à cette assimilation que cette maladie règne souvent à des saisons et dans des pays où les catarrhes sont des raretés : il est assez fréquent de la voir sévir en plein été, et elle a exercé ses ravages dans les pays chauds aussi bien que dans les climats septentrionaux; l'influenza attaque sans merci des hommes peu disposés aux catarrhes (marins, soldats, campagnards), tandis qu'elle épargne assez généralement les enfants, qui sont cependant si sujets à contracter des affections catarrhales.

On a également rapproché l'influenza de la fièvre dengue ; quelques-uns ont été jusqu'à dire que ce n'était pas autre chose que la fièvre dengue des pays du nord, tandis que la fièvre dengue serait l'influenza des pays chauds. Mais cette opinion est insoutenable. Les symptômes de ces deux affections ne sont guère les mêmes : la fièvre dengue ne s'accompagne jamais de catarrhes des voies respiratoires, qui sont si fréquents dans l'influenza ; dans la première, il y a souvent des éruptions à la peau, lesquelles sont rares dans la seconde ; la fièvre dengue offre presque toujours une issue favorable, tandis que l'influenza est souvent compliquée d'affections graves et se termine assez fréquemment par la mort. D'ailleurs on a vu, par exemple en Turquie et en Syrie (1889), une épidémie de dengue être suivie d'une épidémie d'influenza, chacune avec ses caractères particuliers.

On a aussi voulu lui trouver des analogies avec les fièvres paludéennes *(malaria)*. Mais toute l'histoire de l'influenza parle contre cette hypothèse. On a même, à ce sujet, fait une observation intéressante : c'est que les indigènes qui habitent certaines parties de l'Afrique (le Zambèze, par exemple), et qui, à cause de l'acclimatement, présentent une grande immunité contre les fièvres paludéennes, ont été fortement atteints par l'épidémie d'influenza qui y a sévi en automne 1890 (1).

Une autre question a été souvent agitée. L'influenza humaine a-t-elle quelques rapports avec les maladies du même nom qui affectent parfois les animaux domestiques ? Il sera difficile de donner une réponse positive tant que l'on n'aura pas reconnu, d'une façon certaine, la nature de l'agent infectieux. La majorité des auteurs se prononcent pour la négative. Cependant, en France, Mégnin et Veillon prétendent avoir observé, en 1890, une épidémie d'influenza qui attaquait la race canine et qui serait tout à

(1) Bowie. *Influenza and Ear Disease in Central Afrika.* THE LANCET, 1891.

fait analogue à celle qui avait été observée chez l'homme (1).

L'influenza épidémique est-elle la même maladie que la grippe vulgaire, cette affection si fréquente dans nos contrées, particulièrement en hiver et en automne? C'est là une question que la découverte du parasite de l'influenza pourra seule aider à résoudre.

Il n'est pas impossible que ces fièvres catarrhales saisonnières ne soient pas autre chose que des cas d'influenza acclimatée, atténuée, transformée dans sa virulence. Il est incontestable que les symptômes de ces deux maladies se ressemblent beaucoup ; leur marche est à peu près la même. Les principales différences sont la gravité moins grande de la grippe, qui se termine très rarement par la mort; la convalescence beaucoup plus courte de cette affection; enfin le nombre moins considérable de personnes atteintes pendant les épidémies de grippe. On le voit, ce ne sont là que des variations de degré ; impossible d'y trouver des raisons suffisantes pour faire de l'influenza et de la grippe deux maladies essentiellement différentes. Telle est également l'opinion du Dr Fiessinger, qui vient de publier un travail très intéressant sur la grippe endémique (2) : se basant sur les données de la clinique, cet auteur n'hésite pas à conclure à l'identité de l'influenza et de la grippe commune. Un avenir prochain nous permettra, sans doute, de résoudre définitivement la question. Nous ne doutons pas que les nombreux cas de grippe observés pendant cet hiver de 1892-1893 auront donné l'occasion de faire des recherches bactériologiques du plus haut intérêt.

Un des points les plus intéressants et les plus importants de l'histoire de l'influenza est le mode de propagation de cette maladie. Les dernières épidémies, qui ont été

(1) Mercredi médical, 1890, p. 189.
(2) Fiessinger. *La Grippe endémique.* Semaine médicale, 11 février 1892, p. 61.

observées avec un grand soin, nous ont fourni de précieux renseignements à ce sujet.

Et d'abord, au point de vue de la propagation dans une localité, nous avons vu, dans l'historique de toutes les épidémies, que ce qui caractérise particulièrement cette affection, c'est le nombre considérable, parfois énorme, de sujets qu'elle atteint. Aucune autre maladie épidémique, pas même le choléra, n'a une morbidité aussi étendue que l'influenza ; et c'est avec raison que Huxham disait de cette dernière qu'elle était *morbus omnium maxime epidemicus*. Ce qui est encore remarquable, c'est que cette morbidité si étendue ne se manifeste pas peu à peu, progressivement : elle semble éclater tout à coup, avec un nombre très élevé de malades, dans une population absolument saine jusque-là. Il se pourrait cependant que cette soudaineté dans l'apparition de l'influenza soit plus apparente que réelle. Les cas isolés, avant-coureurs d'une véritable épidémie, passent peut-être inaperçus, soit parce que les médecins en méconnaissent la nature, soit parce que les malades se soignent sans avoir recours à la médecine.

La plupart des affections épidémiques suivent dans leur développement une marche assez régulière, c'est-à-dire que, commençant par quelques cas isolés, elles augmentent graduellement en nombre jusqu'à un certain maximum, pour redescendre ensuite progressivement jusqu'à leur disparition totale. S'il faut en croire certaines statistiques, il n'en serait pas de même de l'influenza. Celle-ci commencerait presque d'emblée par un assez grand nombre de cas ; au bout d'un jour ou deux, il y aurait une légère diminution, qui serait ensuite suivie d'une nouvelle augmentation ; en d'autres termes, il y aurait des alternatives de rémission et d'exacerbation qui conduiraient peu à peu à l'acmé de l'épidémie. De même, le retour à l'état normal se ferait aussi par phases de diminution et d'accroissement jusqu'à la cessation complète de la maladie.

D'après certains calculs, la durée d'une épidémie dans chaque localité serait toujours à peu près la même. La morbidité en masse durerait environ 20 à 30 jours; du début jusqu'à la fin d'une épidémie, il s'écoulerait environ 2 à 3 mois. Ces chiffres et ces calculs nous paraissent assez sujets à caution.

Quant à la propagation de l'influenza d'une localité à l'autre, l'histoire de toutes les épidémies antérieures démontre la rapidité avec laquelle se produisait l'extension du fléau. Mais il paraît non moins évident que cette rapidité est plus grande depuis le commencement de ce siècle. Les deux dernières épidémies que nous venons de traverser ont été des plus démonstratives sous ce rapport.

En effet, l'influenza sévissait en Russie en octobre 1889; le mois suivant, elle envahissait l'Allemagne et la France, et dans le courant du mois de décembre, elle s'était non seulement étendue à l'Europe entière, mais elle avait traversé l'Océan pour gagner les États-Unis d'Amérique. On ne peut expliquer cette différence dans la marche des épidémies que par l'extension et la facilité plus grande des voies de communications.

Dans l'étude de la propagation de l'influenza, il est un point — c'est cependant le plus important — qui est encore l'objet des plus vives polémiques et sur lequel il est très difficile de se mettre d'accord. Il s'agit de la question de la contagiosité de cette maladie. Bien que les deux dernières épidémies aient été suivies et observées avec le plus grand soin, il n'a pas été possible de donner une solution définitive à ce problème, et nous en sommes encore réduits à des conjectures plus ou moins plausibles. Il n'est pas sans intérêt de faire connaître les arguments allégués par les contagionnistes et les non-contagionnistes en faveur de leur opinion.

Rappelons auparavant quelques notions de pathologie générale. Les maladies infectieuses ou microbiennes

peuvent se propager de différentes manières. Les unes ne se communiquent que par contact direct ou indirect, c'est-à-dire d'homme à homme, soit que le contact soit immédiat, soit qu'il ait lieu par l'intermédiaire d'objets ayant touché le malade et touchant ensuite l'homme sain. Tel est le cas de la variole, de la syphilis, etc... C'est ce qu'on appelle des maladies *contagieuses*. D'autres peuvent être contractées en dehors de toute communication avec des personnes infectées, le germe morbide venant de milieux dans lesquels il vit et se développe sans intervention de l'organisme vivant. Le prototype de ces maladies est constitué par la *malaria* (fièvre paludéenne, fièvre intermittente). On a donné à ces affections le nom de *miasmatiques*. D'autres maladies participent aux propriétés des deux catégories que nous venons de nommer. Elles se transmettent, soit par contagion d'homme à homme (directement ou indirectement), soit par infection à l'aide des germes morbides déposés dans les milieux ambiants. Le type de cette classe de maladies infectieuses nous est présenté par le choléra, dont le microbe pathogène peut provenir d'un malade et contaminer un homme sain en s'introduisant dans les voies digestives de ce dernier, de même qu'il peut également, au sortir d'un organisme infecté, être déposé dans des milieux favorables à son développement; ceux-ci le conserveront plus ou moins longtemps, et l'homme sain contractera la maladie s'il ingère des aliments ou des boissons contaminés par le bacille cholérique provenant de ces milieux infectés. Les maladies de cette troisième classe ont été appelées *miasmatiques-contagieuses*.

Il ne faudrait pas croire que cette classification soit aussi précise qu'elle le paraît au premier abord. Les progrès récents de la microbiologie lui ont même fait beaucoup perdre de son importance. La meilleure preuve en est la difficulté que l'on éprouve à désigner la catégorie dans laquelle on doit faire entrer l'influenza.

Quoi qu'il en soit, la question principale à résoudre, au point de vue pratique, est celle de savoir si la maladie dont nous nous occupons se communique par contact, direct ou indirect, ou bien si elle se transmet sans l'intervention de l'organisme humain, à l'aide, par exemple, des courants atmosphériques. C'est là, somme toute, que gît tout le désaccord entre les hygiénistes. C'est ce point qu'il s'agit d'élucider, si l'on veut rechercher les mesures prophylactiques à opposer à l'extension du fléau.

Les partisans de la contagiosité de l'influenza allèguent, à l'appui de leur opinion, un très grand nombre de faits. Il nous est impossible de les discuter tous ; mais il en est qui méritent d'être rapportés, parce qu'ils ont une signification indéniable. Très nombreux sont les exemples de petites localités qui étaient absolument indemnes de toute influenza et où le fléau a éclaté immédiatement après l'arrivée d'une personne venue d'une autre agglomération ravagée par l'épidémie. Tel est le cas rapporté par le docteur Egger (1), qui habitait en décembre 1889 la station climatérique d'Arosa (Suisse).

Le 8 décembre, il quitte Arosa, où il n'y avait pas un seul cas d'influenza, et se rend à Davos, où la maladie sévissait avec intensité. Il rentre chez lui, le 10 décembre, et tombe malade; le 14, la dame qui tenait la pension habitée par ce médecin, puis sa servante, gagnent également l'influenza; le 17, c'est le tour du mari, et le 21, celui du domestique. Pendant sa maladie, ce praticien reçoit la visite de plusieurs de ses clients, qui résidaient dans une autre villa et qui, tous, tombent successivement malades; il en fut de même d'un maître d'école, qui demeurait à 25 minutes de là, et qui devint malade après une visite faite au médecin d'Arosa.

Non moins probants sont les cas d'influenza observés chez les habitants de certaines maisons situées à de très

(1) Correspondenz-Blatt für Schweizer Aerzte, 1890, p. 131.

hautes altitudes dans quelques parties des Alpes. Citons par exemple ce petit bâtiment bien connu des touristes sous le nom d'Hospice du Grimsel (1875 mètres). Deux hommes gardaient cette maison pendant l'hiver 1889-90. Le 21 décembre 1889, un de ces gardiens descendit dans la vallée pour rendre visite au propriétaire de l'hospice. Celui-ci était à ce moment atteint de l'influenza. Après avoir séjourné trois jours dans la maison de son maître, le gardien remonte le 24 décembre sur le Grimsel, et tombe malade le 26. Son compagnon contracte également l'influenza dans les premiers jours de janvier. Il n'y a, à ce moment de l'année, aucun passage de voyageurs par le col du Grimsel (1).

Brochin rappelle, d'après Cullen et Macquen, qu'une localité d'Islande, jusque-là indemne de l'influenza, fut atteinte brusquement par la maladie le lendemain du jour où le percepteur des impôts, qui en était affecté, y entra pour opérer des recouvrements (2).

M. Grasset rapporte que, dans la dernière épidémie, aucun cas ne s'était produit à Frontignan jusqu'au jour où arrive de Paris une personne malade; celle-ci dîne avec dix autres personnes, parmi lesquelles cinq contractent la maladie. Une de ces dernières porte ensuite l'influenza dans un village voisin indemne jusqu'alors (3).

Le Dr Tueffert a fait une intéressante relation de l'épidémie de Montbéliard. Un habitant de cette dernière ville, de passage à Paris, reste, le 10 décembre, une grande partie de la journée dans une infirmerie où étaient soignés des malades atteints d'influenza. De retour à Montbéliard, il tombe malade le 13; le 17, ses deux filles sont atteintes; le 19, son fils; le 20, un ami de ce dernier; le 21, le frère de cet ami; le 23, le beau-

(1) Correspondenz-Blatt für Schweizer Aerzte, 1890, p. 133.
(2) Brochin, art. *Grippe* du Dict. encycl. des sciences médicales.
(3) Cité par Widal, dans le *Traité de médecine* de Charcot et Bouchard, t. I, p. 809.

frère du précédent. Le même jour, la femme du premier malade est atteinte, ainsi que trois jeunes gens, parents ou amis des derniers. Ainsi, en dix jours, on a pu suivre l'éclosion de la maladie chez onze personnes (1).

Parsons, dans son récent rapport adressé au *Local Government Board* sur l'épidémie d'influenza de 1889-90, cite l'exemple des gardiens de phares, qui vivent dans un isolement presque absolu. Sur les 400 gardiens qui habitent les 51 bateaux-phares et les 16 phares fixes répartis sur les côtes de la Grande-Bretagne, huit seulement ont été atteints par l'influenza, et l'enquête établit que, dans les huit cas, le sujet a été exposé à la contagion (2).

On a observé également la propagation de l'influenza par contagion dans les hôpitaux. Le Dr Antony a rapporté que le service des détenus du Val-de-Grâce était indemne de l'influenza, tandis que la maladie sévissait dans tout le reste de l'hôpital. Une personne atteinte d'influenza entra dans ce service, et la maladie y éclata dans un délai d'un à quatre jours. De même, le Dr Barth a raconté qu'une épidémie intérieure était survenue à l'hôpital Broussais, après l'admission de trois malades venus du dehors. Le Dr Widal dit avoir vu à l'Hôtel-Dieu annexe l'influenza faire le tour de ses salles après l'admission de cinq malades venant de l'extérieur (3).

Très intéressante fut l'épidémie observée dans la clinique médicale de Würzbourg. Le Dr Anton put suivre la transmission de la maladie d'un lit à l'autre dans une des salles dont il avait le service. Il y a plus : dans cette salle se trouvait un fauteuil spécial, à l'usage des malades atteints d'accès d'asthme. Un des sujets atteint d'influenza s'était servi de ce meuble pendant son attaque. Un jour, ledit fauteuil fut transporté dans une

(1) Rapporté par Widal, *loc. cit.*
(2) Cité par Talamon dans MÉDECINE MODERNE, 1891, p. 535.
(3) *Traité de médecine* de Charcot et Bouchard, t. I, p. 810.

autre salle, qui était jusque-là restée absolument indemne de la maladie ; deux jours plus tard, plusieurs des personnes séjournant dans cette dernière place présentèrent tous les symptômes de l'influenza (1).

Des preuves de la contagiosité de l'influenza sont tirées des observations recueillies dans des établissements tels que couvents, maisons d'aliénés, prisons, dont les habitants n'ont aucun rapport direct avec l'extérieur. On cite certaines de ces institutions qui ont été presque complètement épargnées par le fléau, tandis que la proportion des individus atteints par l'influenza était généralement très élevée dans les écoles, dans les postes et dans les grandes institutions industrielles, dont les employés sont en relations constantes avec l'extérieur et entre eux. Ailleurs on a vu dans les asiles fermés la maladie pénétrer à la suite d'une seule personne, qui y avait introduit le germe morbide, soit qu'elle fût elle-même contaminée, soit qu'elle vînt d'un foyer épidémique.

Quelques contagionnistes prétendent que l'influenza peut être transmise par l'intermédiaire d'objets inanimés. Un médecin militaire, habitant Germersheim, reçoit de Russie un paquet qui lui est envoyé d'une localité ravagée par la maladie. Peu de jours après l'ouverture de ce paquet, ce médecin est atteint d'influenza, alors qu'il n'existait aucun cas dans la localité ou il réside (2).

Le Dr Eade rapporte le fait d'un de ses clients, recevant une lettre d'un ami lui annonçant qu'il est gravement malade de l'influenza ; à cette lettre était jointe, pour la réponse, une enveloppe ouverte ; celle-ci fut utilisée, et vingt-quatre heures plus tard la maladie se déclarait chez l'imprudent correspondant (3).

Sur le vaisseau-école *La Bretagne,* qui se trouvait en rade de Brest au mois de décembre, l'épidémie a éclaté

(1) Münchener medicinische Wochenschrift, 1890, p. 40.
(2) *Die Grippe-Epidemie im Deutschen Heere*, 1889-90.
(3) British Med. Journal, 1891, vol. II, p. 309.

de la façon suivante : le 11 décembre, un officier déballe lui-même un colis qui lui arrivait de Paris : trois jours après, il est atteint de grippe. Les jours suivants, sa femme et ses domestiques sont frappés successivement. Ce sont les premiers cas survenus à Brest. Le 14, cet officier va passer vingt-quatre heures à bord. Le 16, un premier cas est constaté chez un adjudant, et le 17 l'épidémie éclate, frappant de 20 à 45 hommes par jour (1).

Le Dr Edgeworth raconte qu'une dame reçut un jour de Dublin quelques paquets, lesquels avaient été préparés par une personne atteinte de l'influenza. Le sujet qui ouvrit cet envoi tomba presque immédiatement malade ; puis la dame fut également prise, de même que toute sa famille et les autres personnes de son entourage (2).

Les adversaires de la contagiosité de l'influenza invoquent, à l'appui de leur thèse, le mode de développement des épidémies dans les agglomérations humaines. Ils font remarquer que la rapidité avec laquelle un grand nombre d'individus sont atteints à la fois ne concorde pas bien avec la théorie qui prétend que cette affection ne se transmet que par contagion. Ces explosions considérables et brusques d'une maladie ne forcent-elles pas à admettre que le germe morbide peut être transporté par la voie de l'air ? N'est-ce pas le seul moyen d'expliquer cette extension si extraordinairement rapide du fléau à tout un pays, à tout un continent, à presque toute la surface du globe ?

Un autre argument, très puissant, qui est allégué en faveur de la nature miasmatique de l'influenza, est fourni par les observations recueillies sur des navires se trouvant en pleine mer ou, tout au moins, assez loin des côtes, et envahis par la maladie alors que toute communication avec le littoral était impossible. Le 3 avril 1833, une frégate anglaise s'approchait de la côte du Devonshire ; peu après que ce navire fut entré sous l'influence d'une brise

(1) Rapporté par Widal, *loc. cit.*
(2) Med. and Phys. Journ., vol. X, p. 302.

venant de terre, quelques cas d'influenza se déclarèrent ; bientôt plus de 40 personnes de l'équipage furent alitées ; ce chiffre s'éleva ensuite à 60, pour atteindre enfin un total de 160 malades (1).

Au mois de décembre 1889, deux navires étaient mouillés dans le port de Cherbourg, deux autres se trouvaient à environ cinq kilomètres de la rade. Il n'existait absolument aucune communication entre ces quatre bâtiments. Or, le 15 décembre, cinq cas d'influenza se déclarèrent dans un des navires du port; le 16 décembre, il y eut quinze cas, et le 17, encore vingt cas nouveaux. Le même 15 décembre, quatre hommes d'un des vaisseaux mouillant hors du port étaient atteints de l'influenza, et le jour suivant plusieurs cas se manifestent dans l'autre bateau qui se trouvait au large. Enfin, le 17 décembre, le navire du port qui n'avait rien eu jusque-là fut également contaminé par la maladie (1).

Si l'on pèse les arguments apportés par les contagionnistes aussi bien que ceux allégués par les adversaires de la contagiosité de l'influenza, on doit reconnaître qu'il est difficile de décider de quel côté penche la balance. Nous serions entraînés trop loin si nous entamions une discussion à ce sujet. Nous nous bornerons à dire que l'examen impartial de tous les faits d'observation recueillis par divers médecins nous porte à admettre que cette maladie peut se transmettre et se transmet quelquefois par contagion médiate ou immédiate; mais nous n'hésitons pas à considérer ce mode de propagation comme exceptionnel. La plupart du temps, d'après nous, le fléau s'étend à la façon des maladies miasmatiques, c'est-à-dire par l'intermédiaire des milieux ambiants ; et nous croyons que l'air doit jouer un grand rôle dans la marche envahissante de cette maladie. Ce n'est pas à dire pour cela que l'orga-

(1) *Lectures on the Principles and Practice of Physic.* London, 1871, vol. II, p. 46.

(1) Revue sanitaire de la province, 1890, p. 11.

nisme humain ne prenne aucune part à cette extension de l'influenza. Il joue ici le même rôle que pour la propagation du choléra, lorsque celui-ci est sorti de son pays d'origine. Le bacille-virgule est transporté hors de l'Inde, où il est endémique, par les hommes qui l'ont ingéré et qui vont le répandre au loin, en infectant de proche en proche les eaux, le sol et d'autres milieux ambiants. De même, les personnes atteintes de l'influenza peuvent porter le germe morbide hors des localités ravagées par une épidémie ; l'air sert ensuite probablement de véhicule pour contaminer d'autres sujets restés sains jusqu'alors, et ainsi se forment de nouveaux foyers d'épidémie qui, à leur tour, seront le point de départ d'autres extensions plus ou moins lointaines de la maladie.

Il semble donc que l'influenza doive être rangée parmi les affections miasmatiques-contagieuses, comme le choléra, la fièvre typhoïde, etc..., avec cette différence que sa propagation peut se faire beaucoup plus rapidement, grâce à la faculté que le miasme possède d'être véhiculé par l'air atmosphérique.

Depuis longtemps on a accusé les perturbations atmosphériques de déterminer l'éclosion des épidémies d'influenza.

Schoenlein et Boeckel avaient incriminé l'ozone contenu en excès dans l'air atmosphérique.

D'après M. Teissier, l'expansion de l'épidémie de 1889 en Russie se serait faite à la faveur de grands bouleversements cosmiques, qui auraient favorisé l'éclosion du germe pathogène et auraient facilité sa dissémination. Ces bouleversements cosmiques auraient consisté en une série de dépressions barométriques, en une température beaucoup plus élevée que la moyenne de la saison ne le comportait, et en une humidité excessive, allant jusqu'à la saturation de l'atmosphère.

M. Masson a également soutenu l'influence des modifications atmosphériques sur l'apparition de l'influenza.

De ses recherches, il ressort qu'à Paris, pendant toute la durée de l'épidémie, on a observé une élévation tout à fait insolite de la pression barométrique. Cette pression est restée constamment au-dessus de 760 millimètres, tandis que la moyenne est, en général, de 755 millimètres. La température s'est, par contre, abaissée, en même temps que s'accentuait la hausse barométrique. Le froid a été toutefois peu rigoureux, puisque le thermomètre n'est pas descendu au-dessous de 5°. Une très petite quantité d'eau est tombée pendant la durée de l'épidémie. L'humidité de l'air a été cependant considérable durant cette période : l'état hygrométrique s'est constamment élevé, et a même dépassé 0,80 au moment du maximum de l'épidémie.

Les vents n'ont rien offert de bien particulier : ils ont presque constamment soufflé du sud au sud-ouest, donc justement en sens inverse de la marche du fléau.

La radiation, c'est-à-dire le rapport entre les rayons lumineux reçus en un lieu et ceux qui seraient reçus si le ciel était pur de tout nuage, a éprouvé une baisse notable au moment du début de l'épidémie. Le défaut de lumière solaire a été constant pendant toute la période signalée par la présence de l'influenza.

Dans la plupart des stations météorologiques, l'influenza a coïncidé avec un temps humide, brumeux, un froid peu intense et une hausse insolite du baromètre (1).

Le Dr Janssens, le savant directeur du bureau d'hygiène de la ville de Bruxelles, a publié l'an dernier deux tableaux graphiques donnant la statistique quotidienne des principales circonstances météorologiques mises en regard des décès généraux et des décès spéciaux (grippe, bronchite et pneumonie) de l'agglomération bruxelloise pendant les deux épidémies de 1889-90 et 1891-92. L'examen attentif de ces intéressants tableaux ne nous

(1) Soc. de méd. publ. et d'hygiène professionnelle, mai 1891.

indique aucune corrélation régulière entre les conditions atmosphériques et le taux de la mortalité spéciale occasionnée par l'épidémie régnante. Il nous a été impossible d'y retrouver l'influence des pressions atmosphériques trop élevées, ou celle de l'état hygrométrique de l'air (1).

Il est bien vrai que la pression, la chaleur, la sécheresse, l'humidité, la lumière impressionnent, — on le sait expérimentalement, — la vitalité et la virulence des microbes. Il est donc admissible que certaines conditions météorologiques pourraient aider à expliquer, dans une certaine mesure, ce que les anciens appelaient le « génie épidémique ». Mais, dans l'état actuel de nos connaissances, nous ne sommes pas en état de tirer des conclusions positives des recherches faites dans ces deux épidémies d'influenza.

III

BACTÉRIOLOGIE.

Tout ce que nous savons de l'influenza, de sa marche, de son mode de propagation, de son évolution, doit faire supposer que cette maladie est produite par un microbe spécifique, absolument comme le choléra et la fièvre typhoïde. L'apparition de la vaste épidémie de 1888-89 était une occasion unique pour instituer des recherches bactériologiques, qui ont pu se faire dans tous les laboratoires du monde, grâces à la prodigieuse extension du fléau. Les savants ne se sont pas fait faute de se livrer à des études prolongées et répétées. Nous allons voir quels ont été les résultats de ces nombreux travaux.

C'est d'abord sur les organes respiratoires que s'est portée l'attention des bactériologistes. On sait, en effet, que c'est dans ce grand appareil que se manifestent le plus

(1) Bullet. de l'Acad. de méd. de Belgique, ive série, t. VI, n° 1, 1892.

fréquemment les localisations organiques du germe morbide. Or, trois micro-organismes y ont été principalement retrouvés : ce sont le diplocoque pneumonique de Fraenkel, le staphylocoque pyogène et le streptocoque pyogène. Les auteurs sont en complet désaccord au sujet de la fréquence relative de ces trois microbes. D'après les uns, ce serait le diplocoque pneumonique qui dominerait; d'après d'autres, ce serait le streptocoque pyogène, tandis que d'autres encore disent avoir rencontré le plus souvent le staphylocoque pyogène. Peut-être ces divergences proviennent-elles de la situation géographique des divers foyers épidémiques qui ont donné lieu à ces recherches. Peut-être aussi les microbes varient-ils d'après la période de la maladie. En général, dans les cas qui étaient compliqués de pneumonie franche, c'est le diplocoque de Fraenkel qu'on retrouvait, tandis que le streptocoque se rencontrait surtout dans les processus inflammatoires irréguliers (bronchite, pneumonie catarrhale, etc.).

Les mêmes micro-organismes ont été constatés dans les plèvres, dont l'inflammation est une complication fréquente de l'influenza, ainsi que dans l'oreille moyenne, organe qui est aussi très souvent affecté dans le cours ou à la suite de cette maladie infectieuse.

Enfin les recherches se sont portées sur les os, sur les reins et la rate. Toujours ou presque toujours on est arrivé aux mêmes résultats, c'est-à-dire à la découverte de staphylocoques, de streptocoques et de diplocoques.

Il ne vint à l'esprit d'aucun auteur de considérer ces microbes comme pouvant être les agents spécifiques de l'influenza. Il n'est pas douteux que leur importance n'est que secondaire; s'ils ont pénétré et se sont développés dans l'organisme, c'est uniquement grâce à la diminution de résistance vitale que celui-ci présente à la suite de l'infection causée par le germe morbide. On sait, au reste, que ces trois espèces de micro-organismes se retrouvent dans la cavité buccale des personnes saines ;

ils y existent sans produire aucun trouble dans le fonctionnement des organes. Mais ceux-ci sont-ils affaiblis par une cause quelconque (ici c'est l'infection par l'influenza qui produit cet affaiblissement), la virulence de ces microbes se manifeste et engendre les processus morbides dont il vient d'être question. Aussi la présence de ces micro-organismes a-t-elle une grande importance au point de vue du pronostic de la maladie ; car c'est presque toujours à une de ces complications pulmonaires ou autres qu'est due l'issue fatale qui termine souvent l'influenza.

L'insuccès relatif de ces premières recherches bactériologiques devait faire craindre que la seconde épidémie passât également sans qu'on parvînt à découvrir l'agent spécifique de cette affection. Mais, au commencement de l'année 1892, deux bactériologistes éminents, les Drs Pfeiffer et Canon, annoncèrent simultanément qu'ils croyaient avoir trouvé le germe pathogène, qui se présentait sous la forme de petits bâtonnets (1). Pfeiffer disait avoir observé d'une façon constante dans les sécrétions purulentes des bronches ce nouveau microbe, qui existait tantôt en culture pure, tantôt mélangé à d'autres micro-organismes. Il est assez difficile de les colorer d'une façon complète ; la partie moyenne reste souvent incolore, d'où résulte qu'ils présentent alors l'aspect des diplocoques. Aussi Pfeiffer croit-il que d'autres observateurs les auront parfois rencontrés, sans avoir pu les distinguer des diplocoques pneumoniques. Il est parvenu à les cultiver sur agar ; enfin leur inoculation à des singes et à des lapins a donné lieu à des manifestations pathologiques analogues à celles de l'influenza de l'espèce humaine.

Canon s'est attaché, lui, à examiner le sang des malades, et il y a trouvé également de petits bâtonnets dont la ressemblance avec les diplocoques l'a frappé. Il les

(1) Deutsche medicinische Wochenschrift, 1892, n° 2.

a toujours rencontrés lorsqu'il existait de la fièvre. Il n'est cependant pas parvenu à les cultiver, ni à les inoculer aux animaux.

L'illustre bactériologiste de Berlin, le Dr Koch, après examen des préparations microbiologiques des deux auteurs que nous venons de citer, s'est prononcé pour l'identité des deux micro-organismes.

Enfin le Dr Kitasato a recherché la présence du microbe Pfeiffer-Canon dans les expectorations des personnes atteintes de l'influenza. Ses recherches ont été couronnées, dit-il, d'un plein succès. Grâce à un procédé spécial, il a réussi à les cultiver et à en obtenir plusieurs générations. Il a été impossible jusqu'ici de les retrouver dans les expectorations produites par aucune maladie autre que l'influenza (1).

Les travaux de ces trois auteurs ont été contrôlés de divers côtés, notamment en France par les Drs Cornil et Chantemesse d'une part (2), et par les Drs Teissier, Roux et Pittion d'autre part (3). Il faut bien avouer que la description donnée par ces bactériologistes du bacille de l'influenza ne concorde pas absolument avec celle des observateurs allemands. Il est donc prématuré de considérer la question comme résolue. De nouvelles recherches sont nécessaires; mais il est possible que celles-ci se fassent longtemps attendre, puisque, comme nous l'avons vu dans l'historique de l'influenza, les épidémies de cette affection ne reviennent, grâce au ciel, qu'à des intervalles assez éloignés.

(1) Deutsche medicinische Wochenschrift, 1892, n° 3.

(2) Cornil et Chantemesse. *Sur le microbe de l'influenza.* Semaine médicale, 1892, p. 46.

(3) Teissier, Roux et Pittion. *Sur une nouvelle diplobactérie pathogène* retirée du sang et des urines de malades affectés de la grippe. Semaine médicale, 1892, p. 120. — *Nouvelles recherches bactériologiques et expérimentales* relatives à la pathogénie de la grippe. Arch. de méd. expér. et d'anat. pathol., juillet et septembre 1892.

IV

DESCRIPTION GÉNÉRALE DE LA MALADIE.

N'écrivant pas un traité de pathologie, nous nous bornerons à esquisser à grands traits le tableau symptomatique de l'influenza.

« Lorsqu'on parcourt, dit excellemment le Dr Widal, les descriptions des différentes épidémies de grippe (1) qui ont traversé l'Europe depuis deux siècles, on est frappé de voir combien la symptomatologie se présente sous des aspects variés. Non seulement les symptômes des épidémies ne sont pas semblables à eux-mêmes, mais encore on trouve des différences très notables suivant les pays, suivant des localités quelquefois très rapprochées, suivant enfin que les opérations portent sur la période de début ou de déclin de l'épidémie.

» Il résulte de cette variabilité d'allures une difficulté fort grande, pour qui veut synthétiser toutes les descriptions et présenter un tableau clinique de la grippe.

» Dans l'épidémie de 1837, par exemple, les symptômes dominants portent sur les muqueuses des voies respiratoires, et en particulier sur celle des fosses nasales; si bien que, dans la suite, on considère le coryza comme la signature de la grippe. Aussi lorsque survint, vers la fin de 1889, une épidémie de grippe où le rhume de cerveau ne s'observait qu'exceptionnellement, et dans laquelle les phénomènes nerveux prenaient le pas sur les autres, notre génération médicale, qui ne connaissait que la grippe catarrhale, endémique, saisonnière, se récria contre le diagnostic qu'on voulait lui imposer. N'ayant pas encore observé personnellement ces grands courants de grippe épidémique qui, dans l'espace de quelques mois,

(1) L'auteur emploie toujours le terme de grippe au lieu de celui d'influenza qui a été généralement adopté depuis la dernière épidémie.

frappent les deux tiers de la population de l'Europe, elle éprouva une réelle difficulté à reconnaître dans l'épidémie régnante les symptômes de la grippe qui ne concordaient pas exactement avec les descriptions des ouvrages classiques.

» Ainsi s'expliquent les divergences d'opinions des médecins et les discussions contradictoires des sociétés médicales dont l'épidémie de 1889-90 nous a donné tant d'exemples. On sait, en particulier, combien on hésita à différencier la grippe de la dengue » (1).

La grippe entre en scène avec des allures très différentes ; elle présente dans son évolution des formes non moins variées ; on a pu dire non sans raison qu'il existait autant de types distincts que de malades.

On s'accorde cependant, en général, pour reconnaître trois formes : *nerveuse, thoracique* et *gastro-intestinale.* Les symptômes de l'une ou l'autre forme sont souvent associés.

Forme nerveuse. — Ici ce sont les troubles du côté du système nerveux qui prédominent. Un mal de tête violent, comparable à la migraine, tel est le symptôme nerveux le plus constant. Nous en appelons au souvenir de tous ceux qui ont été atteints de cette forme d'influenza : il n'est peut-être pas une maladie (à part la méningite et certains cas de fièvre typhoïde) où les douleurs de tête soient plus violentes et plus intolérables. Elles consistent tantôt en élancements aigus, tantôt en coups de marteau, d'autres fois en sensation de constriction au front et aux tempes ; le plus souvent les malades localisent leurs souffrances dans l'orbite ou derrière les globes oculaires.

Le soir et la nuit il survient un malaise inexprimable ; le patient ne sait pas trouver une position convenable ; il s'agite et se retourne continuellement au lit ; un état

(1) *Traité de médecine* de Charcot et Bouchard, t. I, p. 814.

d'angoisse l'étreint, une soif vive le dévore, et il est souvent en proie à un délire violent.

Dans certains cas, il s'y joint des douleurs névralgiques, soit dans la tête, soit dans le cou, soit dans le dos.

En même temps il survient une fatigue invincible, une lassitude extraordinaire ; même dans les cas légers, l'anéantissement, la dépression physique et intellectuelle, le manque d'énergie, l'impossibilité de réagir sont tout à fait hors de proportion avec le caractère bénin de l'influenza. Ces symptômes persistent alors même que tous les phénomènes aigus et fébriles sont éteints, et l'on peut dire que, grâce à eux, la convalescence est souvent plus longue que la maladie elle-même. Au moment où le malade, se croyant guéri, veut reprendre ses occupations, il constate avec étonnement combien il a été amoindri par quelques jours passés au lit. Après un léger effort, il est exténué, et se trouve dans un état d'affaiblissement qu'il ne soupçonnait pas et qui rend tout travail pénible et quelquefois même impossible.

Forme thoracique. — C'est la forme la plus grave ; ce sont, en effet, les complications pulmonaires qui enlèvent le plus de personnes pendant les épidémies d'influenza.

Dans les cas légers, les symptômes se bornent parfois à un simple coryza (rhume de cerveau), qui formait la caractéristique des épidémies d'influenza du commencement de ce siècle. Le plus souvent le catarrhe ne reste pas localisé à la muqueuse nasale ; il gagne le larynx et détermine une toux sèche, qui est très pénible et très tenace.

D'autres fois l'inflammation gagne les bronches ou s'y développe d'emblée. La bronchite de l'influenza ne présente rien de spécial.

De toutes les manifestations thoraciques de l'influenza, la plus importante et la plus grave est la pneumonie. Celle-ci survient parfois dès le début de la maladie ; d'autres fois elle ne se présente qu'au déclin de l'infection ;

dans ce dernier cas la pneumonie vient se greffer sur le terrain préparé par l'influenza.

Forme gastro-intestinale. — Après les symptômes nerveux et les localisations pulmonaires de l'influenza, les phénomènes gastro-intestinaux sont les plus importants. Le plus souvent ils n'apparaissent qu'à titre de troubles accessoires ; mais ils présentent parfois une telle acuité et impriment à la maladie une allure si spéciale qu'ils commandent l'évolution clinique de l'influenza.

Nous ne décrirons pas les désordres que l'on observe du côté des voies digestives : ils ne diffèrent pas de ceux qui se rencontrent dans la plupart des infections. Inappétence, nausées, vomissements, dérangements intestinaux, ce sont là les symptômes que l'on voit survenir dans presque toutes les maladies microbiennes.

Complications. — Outre les phénomènes que nous venons de décrire du côté du système nerveux, de l'appareil respiratoire et du tube digestif, l'influenza se complique parfois d'accidents plus ou moins graves dans d'autres organes. Tels sont notamment les symptômes cardiaques, qui jouent un rôle des plus importants dans la marche de la maladie. La gravité du cas dépend souvent de l'état du cœur. Celui-ci est obligé de se contracter énergiquement pour lutter contre la gêne de la circulation pulmonaire, et c'est précisément à ce moment que le cœur est atteint pour son propre compte. De là des insuffisances cardiaques, des lipothymies, des syncopes qui peuvent même entraîner la mort du sujet.

L'influenza se complique d'autres fois de troubles morbides du côté des organes urinaires (albuminurie), de la peau (éruptions scarlatiniformes), des organes des sens (otite, conjonctivite, kératite, etc...).

Marche et convalescence — La marche de la maladie varie suivant la forme qu'elle revêt. La forme nerveuse

est souvent la plus courte. Du reste, même dans les formes les plus graves, la période aiguë de l'affection n'est ordinairement pas de longue durée. Mais, dans ces cas, elle laisse après elle des processus morbides, dont l'évolution se fait souvent avec une lenteur désespérante.

Il en est de même de la convalescence qui, même pour une attaque courte et bénigne, est presque aussi longue et traînante que celle de la fièvre typhoïde. Les médecins n'étaient pas assez convaincus de ce fait en 1889-90, et ils laissaient, au moins au début de l'épidémie, les malades quitter leur chambre beaucoup trop tôt. De là les accidents de pneumonie, pleurésie, bronchite, qui devinrent plus rares quand l'expérience eut démontré les dangers de ces sorties prématurées. Pour éviter ces complications, il faut empêcher les malades encore sensibles à l'égard du froid de s'exposer trop rapidement aux intempéries.

Au début de la convalescence, on observe en général une lassitude et une dépression des forces tout à fait disproportionnée avec le peu de durée de l'attaque. Souvent aussi il persiste un état neurasthénique, qui est extrêmement tenace. Nous connaissons des personnes qui, au moment où nous écrivons ces lignes, ne sont pas encore complètement remises des suites de l'influenza qu'elles ont eue en 1890 ou 1892 (1).

La longueur de la convalescence et la dépression extraordinaire de l'état général sont, à notre avis, les traits les plus caractéristiques de cette singulière maladie. A défaut de la découverte du microbe spécifique, c'est sur ces deux faits que le clinicien doit s'appuyer pour établir le diagnostic différentiel de l'influenza.

(1) Un de nos malades, qui a longtemps habité les pays chauds (Brésil, République Argentine), et qui a eu l'occasion d'éprouver les effets des maladies si graves de ces contrées (fièvre jaune, fièvre pernicieuse, etc.), nous a dit n'avoir jamais été déprimé autant qu'après l'attaque d'influenza pour laquelle nous lui avons donné nos soins en janvier 1892.

Pronostic. — La gravité de la maladie diffère d'après les divers facteurs : tel est le degré de résistance et l'âge du sujet, la forme de l'affection, le caractère particulier de l'épidémie dans la localité, etc... D'une façon générale, on doit dire que l'influenza est une maladie plus sérieuse qu'on ne le croyait jadis. Nous en sommes revenus de l'opinion de Broussais qui définissait la grippe : « invention des gens sans le sou et des médecins sans clients qui, n'ayant rien de mieux à faire, ont inventé ce farfadet. »

Ainsi que le dit le Dr Widal, « tout organisme taré devient une proie pour l'épidémie. Bien des gens atteints de maladies chroniques meurent d'une attaque de grippe légère.

» Chez certaines personnes, la grippe met en évidence une maladie latente. Les phtisiques et les cardiaques fournissent le plus fort contingent à la mortalité (1).

» Toute maladie antérieure, tout état de dystrophie préalable de l'organisme, et surtout toute affection ayant altéré les poumons, les reins et principalement le cœur, assombrit fortement le pronostic.

» Il faut savoir encore qu'après la disparition de tous les symptômes de la grippe, le compte n'est pas définitivement réglé avec cette maladie, puisqu'il en est qui, après plusieurs mois, meurent des suites éloignées de la grippe » (2).

Si l'on peut dire que l'influenza est, *par elle-même*, une affection relativement bénigne, on doit corriger cette assertion optimiste par ce fait que cette maladie augmente considérablement la mortalité pendant les années où elle règne à l'état épidémique. C'est ainsi que les statistiques du Dr Bertillon renseignent 3941 décès survenus en 1888, et 6239 en 1889.

(1) L'influenza a exercé de cruels ravages dans les stations et les établissements fermés où les tuberculeux vont séjourner. Davos, dont la situation climatérique est presque unique, n'a pas échappé au fléau.

(2) *Traité de médecine* de Charcot et Bouchard, t. I, p. 827.

Voici un tableau qui indique l'influence de ces épidémies sur la mortalité générale :

Taux de la mortalité proportionnelle sur 1000 habitants (1).

Localité :	Mois de novemb.	Pendant la semaine se terminant le 7 déc.	14 déc.	21 déc.	28 déc.	4 janv.	11 janv.
Berlin . . .	18.7	20.6	27.2	32.4	**37.7**	32.1	26.2
Dresde . . .	18.8	17.1	21.1	19.3	25.4	32.4	**38.8**
Cologne . . .	18.9	24.7	23.7	24.5	29.5	51.0	**52.2**
Munich . . .	23.8	22.5	28.8	26.5	28.8	43.0	**48.6**
Bruxelles . .	21.1	23.3	22.5	28.4	27.0	**50.6**	....
Londres . . .	17.4	20.2	21.2	21.8	20.3	28.0	**32.4**
Paris	....	25.1	27.3	31.2	53.7	**61.7**	47.5
St Pétersbourg.	**39.0**	33.7	33.2	30.9	25.6	27.7	....
Stockholm . .	17.1	18.2	31.7	**41.2**	41.0	27.3	....
Vienne . . .	23.2	23.6	26.5	29.7	**45.9**	42.3	34.4

Traitement. — Nous n'en dirons que deux mots. Au point de vue prophylactique, nous sommes encore dans l'ignorance la plus absolue. Ne connaissant que depuis peu l'agent infectieux, dont les propriétés morbigènes ne sont même pas complètement établies, il nous est impossible de tracer aucune règle de prophylaxie. Toutes les mesures qui ont été proposées sont illusoires, ou, tout au moins, n'ont-elles ni la sanction de l'expérience clinique, ni l'appui des recherches de laboratoires.

Le traitement curatif varie suivant les cas. Dans les formes légères, la guérison est spontanée. Suivant l'expression de Peter, c'est une maladie qui se guérit « les pieds sur les chenets ». Dans les cas compliqués, la thérapeutique sera dirigée contre les complications. C'est dire qu'elle doit être opportuniste et non systématique.

Dr Mœller.

(1) Ce tableau est extrait des *Publications de l'Office sanitaire impérial de Berlin* (1890, p. 36).

M. DE QUATREFAGES

ET

L'ANTHROPOLOGIE

TROISIÈME ARTICLE (1).

LES RACES HUMAINES.

Il n'y a qu'une seule espèce humaine : nous l'avons prouvé dans notre premier article, *Questions d'Anthropologie générale,* pp. 375-385, en nous appuyant sur les arguments de M. de Quatrefages ; mais les races humaines sont en très grand nombre, et leur étude fait naître une foule de problèmes à la fois intéressants et difficiles. Nous les ramènerons aux trois questions suivantes :

1° A quelles influences doit-on attribuer la formation des races si nombreuses et si diverses qui peuplent notre globe ?

2° Quelle est la valeur des caractères physiques, intellectuels, moraux, religieux qui peuvent et doivent servir à distinguer les divers groupes humains ?

3° A l'aide de ces caractères distinctifs, peut-on arriver à une classification naturelle et définitive des différentes races qui composent l'humanité ?

(1) Voir le premier article, *Questions d'Anthropologie générale,* dans la livraison d'octobre 1892, pp. 353-397 ; — et le deuxième article, *Questions d'Anthropologie préhistorique,* dans la livraison de janvier 1893, pp. 134-168.

Trois mots résument donc toute cette partie de l'œuvre anthropologique de M. de Quatrefages : *formation, caractérisation, classification* des races humaines ; mais ces trois mots ont été l'occasion d'une multitude de travaux (1). Des années entières de cours, des livres considérables, des mémoires importants publiés dans diverses revues, des notes innombrables à l'Académie des sciences, à la Société d'anthropologie, etc..., ont été consacrés par le savant professeur à la solution des difficultés qui se cachent sous ces trois termes. Des races très intéressantes et peu connues ont été étudiées par lui dans les derniers détails, par exemple la race tasmanienne (2) et les petits Nègres de l'Asie et de l'Afrique (3), etc. Cette abondance de documents nous obligera à laisser dans l'ombre d'intéressants problèmes ; nous tâcherons du moins de les signaler au passage, et d'indiquer l'ouvrage où M. de Quatrefages en a donné la solution.

§ 1. *Formation des races humaines.*

Pour la solution de ce problème, comme de beaucoup d'autres, le professeur du Muséum nous renvoie aux deux autres règnes, végétal et animal. « Nous connaissons aujourd'hui, dit-il dans son *Rapport sur les progrès de l'anthropologie* publié en 1867, quelques-unes des circonstances dans lesquelles les variétés se montrent et les races se forment chez les animaux et chez les végétaux, soit en dehors de toute action de l'homme, soit sous son influence plus ou moins directe. Nous constatons chez nous-mêmes quelques phénomènes fort semblables à ceux

(1) Les Nouvelles archives du Muséum d'histoire naturelle, publiées par MM. les professeurs-administrateurs de cet établissement (3e série, t. IV, Paris, Masson, 1892), contiennent la liste, par ordre chronologique, des *Ouvrages et mémoires publiés de 1822 à 1891* par A. de Quatrefages de Bréau (pp. i-xlix), liste dressée par M. Malard, sous-directeur du Laboratoire maritime du Muséum.

(2) *Hommes fossiles et hommes sauvages*, pp. 292 et suiv.

(3) *Les Pygmées*, 1 vol. in-12, Paris, Baillière, 1887, faisant partie de la Bibliothèque scientifique contemporaine.

que présentent, à cet égard, les deux règnes organiques inférieurs ; nous sommes donc pleinement autorisés à conclure d'eux à nous, en rattachant aux faits, aux phénomènes généraux l'ensemble des faits particuliers » (1). Or tous ces faits particuliers obéissent à une double influence, celle de l'*hérédité* et celle du *milieu*, et il n'y a pas de raison pour que l'homme y échappe, puisque, « n'étant anatomiquement et physiologiquement qu'un animal, il doit pouvoir varier de forme tout autant que les bêtes dont il s'entoure » (2), et sous l'action des mêmes causes.

Le rôle de l'*hérédité*, dans la formation des races humaines, n'est contesté par personne. M. de Quatrefages, dans le rapport cité plus haut, se contente d'en signaler l'importance, puis il la définit « le *je ne sais quoi* en vertu duquel le père et la mère tendent à transmettre aux enfants les caractères qu'ils possèdent eux-mêmes » (3).

Il s'arrête davantage à caractériser l'influence du *milieu*. Et d'abord, qu'entend-il par ce terme ? Est-ce le climat, la nourriture, les habitudes, le degré de civilisation, etc... ? Tout cela entre dans la définition du savant professeur. « Ce mot, dit-il, doit être pris dans un sens beaucoup plus général qu'on ne le fait d'ordinaire... Pour moi, le milieu comprend l'ensemble de toutes les conditions sous l'empire desquelles la plante, l'animal ou l'homme se constituent et grandissent à l'état de germe, d'embryon, de jeune, d'adulte. Faire un choix dans ces conditions, admettre les unes et les prendre en considération, rejeter et exclure les autres, c'est évidemment agir d'une manière tout arbitraire » (4).

Ainsi l'influence du milieu se fait sentir pendant toute la durée de la vie de l'être organisé.

(1) *Rapport sur les progrès de l'anthropologie en France*, 1 vol. in-8°. Paris, Hachette, 1867, p. 130.
(2) *Ibid.*, p. 140.
(3) *Ibid.*, p. 133.
(4) *L'Espèce humaine* (1877), p. 185.

« Une foule de faits mettent hors de doute l'action du milieu sur *le germe*, sur *l'embryon*, quelque protégé qu'il puisse paraître par les enveloppes de l'œuf ou par les tissus de la mère. Les deux Geoffroy Saint-Hilaire ont bien montré que la monstruosité remonte aux premiers temps de la formation de l'être, et indique dans certains cas les causes extérieures qui l'ont produite. Les expériences de M. Dareste ont confirmé et singulièrement étendu, en les précisant, ces premières conclusions. En mêlant de la garance aux aliments d'une femelle de mammifère, Flourens a coloré en rouge les os du fœtus qu'elle portait. Pour grandir la taille de nos excellents petits chevaux de race camargue, il suffit de fournir à la mère, pendant la gestation, une nourriture plus abondante que celle dont elle se contente habituellement dans sa vie demi-sauvage. Ainsi on constate, de la manière la plus nette et par des expériences précises, que le milieu, agissant sur l'embryon pendant la vie intra-utérine ou intra-ovarique, est capable de produire d'une part les plus graves désordres tératologiques, d'autre part de simples et légères déviations. On est donc pleinement en droit d'attribuer à la même cause des modifications que leur plus ou moins d'importance place entre ces deux extrêmes.... Nous rattacherons donc à des actions de même nature l'apparition du robinier sans épines, celle du premier mouton ancon né au Massachussets en 1791, celle du premier mouton Mauchamp, apparu en France en 1828, etc. » (1).

Très marquées sur les organismes en voie de formation et d'évolution, les actions de milieu s'exercent aussi sur l'animal même adulte, et M. de Quatrefages en apporte un exemple intéressant. « Nos moutons transportés en Amérique, écrit-il, s'y sont généralement acclimatés sans subir de grands changements. En particulier ils ont con-

(1) *L'Espèce humaine* (1877), pp. 185 et 186.

servé leur toison. Mais dans les plaines de la Méta, ils ne la gardent qu'à la condition d'être régulièrement tondus. Si on les abandonne à eux-mêmes, la laine se feutre, tombe par plaques, et est remplacée par un poil court, raide et luisant. Sous l'influence de ce milieu brûlant, le même individu est tour-à-tour une bête à laine et une bête à poil » (1).

Les lois qui président à ces modifications sont d'ailleurs loin d'être toutes connues, mais on a constaté un certain nombre de faits généraux qui ne sont pas sans importance, et que M. de Quatrefages résume ainsi : « Le milieu est quelque chose de trop complexe, même pour les animaux et les plantes, pour qu'il soit possible, dans le plus grand nombre des cas, d'expliquer ces modifications en suivant la filiation des causes et des effets. Mais, dans certaines circonstances, il présente une particularité dominante, facile à constater, et dont l'action s'accuse d'une manière évidente.... C'est ainsi que l'anatomie et la physiologie rendent compte d'une manière très satisfaisante de la multiplication des villosités chez les races boréales, de leur rareté chez les races intertropicales d'une même espèce.

» Dans ces cas favorables, on constate aussi un fait important, savoir que la modification subie a toujours pour résultat de mettre l'animal, importé dans un milieu où n'avaient pas vécu ses ancêtres, en harmonie avec les nouvelles conditions d'existence qui lui sont imposées.

» Dans les cas où le détail de l'expérience est connu, on constate aussi que ces actions de milieu s'accusent progressivement, et que le maximum d'effet n'apparaît qu'au bout d'un certain nombre de générations. Il est évident du reste que, dans les cas de ce genre, le *milieu* est aidé par l'hérédité » (2).

Si, de ces généralités qui conviennent à tous les êtres

(1) *L'Espèce humaine*, p. 222.
(2) *Rapport* de 1867, p. 135.

organisés, on restreint aux seules races humaines les actions modificatrices que le milieu peut produire, on arrive aux constatations suivantes :

1. Chez l'homme, comme chez les animaux, apparaissent de temps en temps des *variétés*, sans que ni la vie, ni la fécondité de ceux qui en sont pourvus soient diminuées pour cela. « Edward Lambert, né en 1717 de parents parfaitement sains, garda toute sa vie une sorte de carapace épaisse de plus d'un pouce, fendillée irrégulièrement, de manière à lui mériter le nom d'*homme porc-épic*. Tous ses enfants, au nombre de six, et ses deux petits-fils héritèrent de cette étrange modification de la peau, bien que sa femme et sa bru n'en présentassent pas la moindre trace. Dans la famille de Colburn, quatre générations présentèrent la polydactylie, apportée par l'aïeule du célèbre calculateur. A la quatrième, quatre enfants sur huit avaient encore des doigts surnuméraires, bien qu'à chaque génération le sang normal se fût mêlé au sang tératologique » (1).

2. Si les races ne se constituent pas chez lui aussi facilement que chez les animaux soumis à son empire, s'il ne produit pas dans son espèce les variations extrêmes qu'il obtient ailleurs, c'est qu'il s'applique très rarement à lui-même le *procédé de la sélection* qui lui réussit si bien dans les règnes animal et végétal. S'il l'avait fait dans les cas précités, comme il l'a fait pour les premiers moutons ancon et Mauchamp, il aurait obtenu deux races humaines, l'une à carapace cutanée, l'autre sexdigitaire.

3. Pourtant le milieu ne perd pas ses droits pour cela, et M. de Quatrefages nous le montre agissant pour ainsi dire sous nos yeux. L'exemple qu'il choisit est l'Anglo-Américain. « On sait, dit-il, que la race anglaise ne s'est guère implantée sérieusement aux États-Unis qu'à l'époque des migrations puritaines, vers 1620, et de l'arrivée

(1) *L'Espèce humaine*, p. 189.

de Penn, en 1681. Deux siècles et demi, douze générations au plus nous séparent de cette époque, et pourtant l'Anglo-Américain, le Yankee, ne ressemble plus à ses ancêtres... Dès la seconde génération, l'Anglais créole de l'Amérique du Nord présente dans ses traits une altération qui le rapproche des races locales. Plus tard la peau se dessèche, et perd son coloris rosé; le système glandulaire est réduit au minimum; la chevelure se fonce et devient lisse; le cou s'effile, la tête diminue de volume. A la face, les fosses temporales s'accusent, les os de la pommette deviennent saillants, les cavités orbitaires se creusent, la mâchoire inférieure devient massive. Les os des membres s'allongent en même temps que leur cavité se rétrécit, et, chez la femme, le bassin par ses proportions se rapproche de celui de l'homme.... La race Yankee est donc une race nouvelle façonnée par le milieu américain, mais qui est restée la digne sœur de ses aînées européennes et les dépassera peut-être un jour » (1).

A cette action du milieu dans la formation de races nouvelles, on objecte la persistance de certains types pendant un laps de temps considérable, et particulièrement du type égyptien. « Les peintures et les sculptures égyptiennes montrent, chez les habitants de la vallée du Nil, un type, ou mieux des types remarquablement uniformes; et quiconque a visité ces contrées, a certainement été frappé comme moi de l'extrême ressemblance des populations actuelles avec les populations passées. » A l'objection qu'il formule ainsi, M. de Quatrefages répond : « Quelles raisons l'homme de la vallée du Nil aurait-il eues de varier? Quelle cause autre que le croisement aurait pu déterminer une modification quelconque dans ses caractères physiques? Dans cette région exceptionnelle à tant d'égards, rien n'a changé depuis les temps historiques, ni la terre, ni le ciel, ni le fleuve; les mœurs, les habitudes,

(1) *L'Espèce humaine*, pp. 190, 191.

la vie journalière sont restées ce qu'elles étaient au temps des Pharaons ; l'Égyptien va jusqu'à se servir de nos jours d'ustensiles parfaitement pareils à ceux qu'employaient ses ancêtres il y a cinquante ou soixante siècles. En Égypte, toutes les conditions d'existence, par conséquent toutes les actions de milieu sont donc aujourd'hui les mêmes que dans les temps reculés dont les monuments ont conservé l'histoire. Bien loin de tendre à modifier la race déjà assise, elles n'ont pu que la stabiliser de plus en plus. La persistance de ce type, loin d'être une objection à la manière dont je comprends l'action du milieu, la formation et le maintien des races, en est la confirmation » (1).

4. Il faut noter aussi que l'homme peut réagir contre les actions de milieu par son intelligence. « Partout il lutte, autant qu'il le peut, contre les influences extérieures capables de déranger l'équilibre qui fait son bien-être. Sous les tropiques, il s'ingénie pour échapper à la chaleur ; sous le cercle polaire, il perfectionne ses moyens de chauffage ; s'il émigre, il transporte avec lui autant que possible ses mœurs, ses habitudes, et redouble de soins pour lutter contre le milieu nouveau. Il n'y a donc rien d'étrange à le voir réussir à neutraliser dans une certaine mesure les influences modificatrices du monde extérieur » (2).

« En résumé, comme toutes les espèces animales et végétales, l'espèce humaine est variable dans une certaine mesure ; comme les animaux et les plantes, l'homme a ses *variétés* et ses *races,* apparues et formées sous l'action des mêmes causes.

» Dans le règne humain, comme dans les deux autres règnes organiques, les causes premières de la variation sont le *milieu* et l'*hérédité.*

» Dans les phénomènes de cet ordre, le milieu joue le rôle de régulateur suprême. Agent de modification s'il

(1) *L'Espèce humaine,* pp. 192 et 193.
(2) *Ibid.,* p. 190.

varie, il devient agent de stabilisation, s'il reste constant.

» Dans l'un et l'autre cas, son action a pour résultat l'harmonisation des organismes et des conditions d'existence.

» L'hérédité, conservatrice par essence, devient par cela-même agent de variation lorsqu'elle transmet et accumule des actions de milieu modificatrices » (1).

A cette double influence de l'hérédité et du milieu, il faut ajouter celle du *croisement* entre les diverses races humaines. Nous avons indiqué plus haut (2) les caractères distinctifs du métissage ou croisement entre individus d'une même espèce ; ici nous nous contenterons, à la suite de M. de Quatrefages, d'examiner son rôle dans la formation des races humaines.

L'observation prouve d'abord que toutes les races humaines, même les plus dissemblables, peuvent se croiser entre elles, et que ces unions sont fécondes. La race blanche par exemple, en se croisant avec les races les plus différentes par leurs caractères et leur habitat, a donné naissance à des populations mixtes qui grandissent depuis leur apparition. M. de Quatrefages signale, entre autres, « le croisement du Hollandais et du Hottentot au Cap, lequel a donné naissance à des métis appelés *Basters*, qui devinrent bientôt assez nombreux pour inspirer des craintes.

» On les bannit au delà de l'Orange. Il s'y sont constitués sous le nom de Griquas, et leur population s'accroît rapidement. Une partie restée dans la colonie forme des villages, entre autres celui de la Nouvelle-Platberg. Les Basters s'unissent entre eux, et les voyageurs signalent la fécondité de ces unions » (3). Mêmes observations « à Manille, ou les métis d'Espagnols, de Chinois et de Tagals sont beaucoup plus nombreux que les souches

(1) *L'Espèce humaine*, p. 193.
(2) Rev. des quest. scient., *loc. cit.*, pp. 364-367.
(3) *Ibid.*, p. 196.

mères ; à Mindanao, où les métis d'Espagnols et de Tagals forment la majorité des habitants ; sur toute la zone littorale de l'Amérique du Sud, où les populations métisses sont prospères et en voie d'accroissement rapide, etc. » (1). Voici du reste un argument plus probant encore. « L'ère des croisements modernes peut être considérée comme datant de la découverte du Nouveau-Monde. Toutefois le mélange des sangs ne s'est opéré sur une large échelle que plus tard, tout au plus après la conquête des Indes en 1515, celle du Mexique en 1520, et celle du Pérou en 1534. Trois siècles et demi à peine nous séparent donc de cette époque. Et pourtant M. d'Omalius, ne tenant compte que des produits du croisement *entre le blanc d'Europe et les diverses races colorées,* porte à 18 millions le chiffre des métis » (2). C'est 1/65 environ de la population totale du globe, évaluée par le même savant à 1200 millions.

A ces faits et à ces chiffres on a opposé quelques cas d'infécondité signalés entre le Blanc et le Nègre. M. de Quatrefages ne les conteste pas, mais il les regarde comme des exceptions, et surtout il les explique par les détestables conditions morales dans lesquelles ces unions sont souvent contractées. « Il y a d'ailleurs à tenir compte ici, dit-il, d'un élément constamment oublié et dont l'importance dans les questions de cette nature m'a toujours vivement frappé. Je veux parler de la *moralité.* Elle aussi fait partie des conditions d'existence ; elle est *un des éléments du milieu.* Or qu'on se reporte aux détails, peu nombreux mais trop significatifs, donnés par quelques voyageurs sur l'existence des Européens aux colonies, à la Jamaïque en particulier ; que l'on rapproche ces tristes données de celles que fournit l'observation journalière, et les questions de *croisement,* d'*acclimatation* s'éclaireront d'un jour tout nouveau. Il faudra bien reconnaître que la

(1) *L'Espèce humaine,* pp. 196-197.
(2) *Ibid.,* p. 196.

mort des pères, l'extinction des descendants ne sont souvent que la conséquence et la punition du déplorable *milieu moral* qu'ils se sont fait et où ils ont vécu » (1).

Mais ces unions entre individus de races différentes n'amènent la formation et surtout la fixation d'une race nouvelle qu'après de longues luttes où chacun des deux sangs tend à prévaloir, et l'on comprend qu'un long temps est nécessaire pour asseoir les races issues du croisement. « La race métisse, dit M. de Quatrefages, ne se constitue pas d'emblée avec tous les caractères qu'elle aura plus tard. L'uniformisation en est toujours lente, alors même que l'intelligence humaine s'efforce de régulariser les phénomènes. Quand M. Malingié croisa ses moutons français avec les races anglaises, pour obtenir sa race charmoise, il n'obtint d'abord que des produits étrangement discordants. Plus de vingt générations furent nécessaires pour asseoir la race métisse ; et si l'habile éleveur atteignit son but, c'est qu'il mit en œuvre la *sélection raisonnée,* c'est qu'il poursuivit son expérience seulement avec des individus choisis et élimina tous les autres.

» La constitution d'une race métisse humaine ne peut que présenter les mêmes phénomènes d'une manière plus accentuée encore. La race immigrante est toujours cantonnée au début, et par suite le métissage commence par être plus ou moins local. A chaque union croisée, une véritable lutte physiologique s'engage entre les deux types, sous l'influence des lois de l'*hérédité directe.* Cette lutte se décompose pour ainsi dire en autant de combats partiels que le père et la mère possèdent de traits caractéristiques, et le métis de première génération accuse les victoires et les défaites de chacun d'eux par la *fusion* ou la *juxtaposition des caractères* empruntés aux deux parents.

(1) *L'Espèce humaine,* p. 198.

» Dans les générations suivantes, l'*hérédité alternante* et l'*atavisme* entrent en jeu, compliquent et diversifient de plus en plus les résultats. En outre, des unions de premier lit sont contractées continuellement, et la série des phénomènes recommence sans cesse. Enfin l'homme ne s'applique pas à lui-même la *sélection raisonnée* qui fait la puissance des éleveurs. Il est facile de comprendre qu'un temps bien long est nécessaire pour uniformiser des populations grandissant sous des influences perturbatrices aussi nombreuses et aussi énergiques » (1).

Pourtant, si des circonstances spéciales et surtout si l'isolement lui viennent en aide, le type mixte, résultant du croisement, semble pouvoir se fixer au bout d'un nombre de générations assez peu considérable. En voici un exemple remarquable, et qui prouve de plus que ce type peut être très élevé. « Quoique les croisements modernes ne remontent qu'à trois siècles, ils ont déjà produit des résultats qui mettent hors de doute que des races remarquables à tous les points de vue peuvent sortir du métissage. Les Paulistes du Brésil en sont un exemple frappant. La province de Saint-Paul a été peuplée par des Portugais et des Açoriens venus du vieux monde, qui s'allièrent aux Gayanazes, tribu chasseresse et pacifique, aux Carijos, race belliqueuse et cultivatrice. De ces unions régulièrement contractées sortit une race dont les hommes ont été distingués de tout temps par leurs belles proportions, leur force physique, leur courage indomptable, leur résistance aux plus dures fatigues. Quant aux femmes, leur beauté a fait naître un proverbe brésilien attestant leur supériorité. Cette population a fait preuve d'initiative à tous égards. Si elle a marqué jadis par des expéditions aventureuses, ayant pour but la conquête de l'or ou l'enlèvement des esclaves, elle fut aussi la première qui au Brésil planta la canne à sucre et éleva d'immenses trou-

(1) *Introduction à l'étude des races humaines*, Quest gén., pp. 186-7.

peaux. Aujourd'hui, nous dit M. F. Denis, le plus heureux développement moral comme le mouvement intellectuel le plus remarquable paraissent appartenir à Saint-Paul » (1).

Ainsi trois agents, l'*hérédité*, le *milieu* et le *métissage*, ont contribué à la formation des races humaines, et voici comment M. de Quatrefages comprend et définit leur rôle respectif. « Le milieu et l'hérédité ont façonné les premières races humaines, dont un certain nombre a pu conserver, pendant un temps indéterminé, cette première empreinte, grâce à l'isolement. Peut-être est-ce pendant cette période bien lointaine que se sont caractérisés les trois grands types nègre, jaune et blanc. Les instincts migrateurs et conquérants de l'homme ont amené la rencontre de ces races primaires, et par conséquent des croisements entre elles.

Quand les races métisses ont pris naissance, le croisement lui-même n'a fonctionné que sous la domination du milieu et de l'hérédité. Les grands mouvements de populations n'ont lieu qu'à intervalles éloignés et comme par crises. Dans l'intervalle, les « races formées par croisement ont eu le temps de s'asseoir et de s'uniformiser...

» Les instincts de l'homme ont amené le mélange des races métisses, comme ils avaient produit celui des races primaires. Toute race métisse uniformisée et assise a pu jouer, dans de nouveaux croisements, le rôle d'une race primaire.

» L'humanité actuelle s'est ainsi formée, sans doute pour la plus grande partie, par le croisement successif d'un nombre encore indéterminé de races » (2).

(1) *L'Espèce humaine*, pp. 209-210.
(2) *Ibid.*, p. 205.

§ 2. *Caractères des races humaines.*

L'anthropologiste qui veut faire l'histoire des races humaines doit s'y prendre comme le zootechniste qui cherche à faire connaître les races d'une de nos espèces domestiques. Comme lui, il doit tenir compte des *caractères extérieurs*, des *caractères physiques* relevant de l'anatomie, de la physiologie et de la pathologie, enfin des *caractères intellectuels* — c'est le terme qu'emploie M. de Quatrefages — par lesquels les races animales se distinguent les unes des autres. Tous ces caractères en effet se retrouvent chez l'homme, et l'anthropologiste ne peut les négliger.

« Mais l'homme, animal par son corps, possède *un quelque chose* de plus, d'où résultent des manifestations spéciales se rattachant à la moralité et à la religiosité. Ces manifestations varient le plus souvent d'une race à l'autre et ne peuvent pas davantage être négligées ; elles fournissent une nouvelle classe de caractères, les *caractères moraux* et *religieux* » (1).

Ainsi deux grandes classes : d'une part les caractères physiques, de l'autre les caractères psychologiques. Dans la première, quatre subdivisions, se rapportant à l'aspect extérieur, à l'anatomie, à la physiologie et à la pathologie ; dans la seconde, trois subdivisions, selon que les caractères relèvent de l'intelligence, de la moralité ou de la religiosité. Telle est la façon dont M. de Quatrefages conçoit la classification des divers caractères ethniques, tel est l'ordre dans lequel il les a passés en revue soit dans son *Rapport* de 1867, soit dans son livre sur l'*Espèce humaine*, soit dans son *Introduction à l'étude des races humaines*, etc. S'il fallait donner à chacun de ces points de vue tout le développement désirable, on pourrait écrire de véritables traités d'anthropologie, de philosophie, de

(1) *Introduction à l'étude des races humaines*, Quest. gén., p. 188.

morale, et l'on conçoit que tel n'est pas ici notre rôle. Nous avons à faire connaître surtout les idées particulières de M. de Quatrefages sur ces questions, laissant à de plus habiles les discussions et les réfutations.

En face de caractères de nature si différente, une première question se présente naturellement à l'esprit : « Quelle *importance relative* faut-il leur attribuer? »

M. de Quatrefages répond : « En anthropologie comme en zoologie et en botanique, il faut en revenir à la *méthode naturelle*, et regarder comme prépondérants les *caractères les plus généraux et les plus persistants*. Or tout le monde sait bien que des populations diffèrent d'état social, de langage, de religion, tout en présentant la plus grande ressemblance dans les traits extérieurs et les particularités anatomiques, physiologiques, etc... Les caractères physiques l'emportent donc au point de vue de la généralité. En outre et surtout, une population entière, aussi bien qu'un individu, peut en fort peu de temps s'élever ou s'abaisser dans l'échelle sociale, changer de langage, de religion... Les caractères tirés de son organisme physique ne se transforment pas pour cela ; ils joignent donc la persistance à la généralité. A ce double titre, ils doivent avoir le pas sur des caractères plus nobles sans doute, mais essentiellement moins généraux et plus variables.

» Les caractères physiques eux-mêmes présentent une certaine hiérarchie au point de vue dont il s'agit... Ainsi les caractères morphologiques extérieurs, nature des cheveux, traits de visage, etc..., doivent passer avant les caractères physiologiques et pathologiques. Enfin les caractères ostéologiques traversent parfois presque sans altération une longue suite de siècles ; c'est donc à eux que l'anthropologiste naturaliste devra attacher le plus d'importance » (1).

(1) *Introduction à l'étude des races humaines*, Quest. gén., pp. 189-190.

Cette hiérarchie se retrouve jusque dans les caractères ostéologiques eux-mêmes, et c'est dans l'étude attentive de la tête osseuse que M. de Quatrefages trouve 1° le moyen de déterminer et de circonscrire des groupes humains homogènes; 2° la facilité de découvrir et de préciser les divers éléments ethniques réunis dans une même population (1). Selon lui, le dernier mot reste donc à la craniologie.

I. **Caractères physiques.** — Les caractères *physiques* des diverses races humaines font naître plusieurs problèmes intéressants. Voici quelques-uns de ceux dont le savant professeur donne la solution.

1. Il se demande, en passant en revue ces traits distinctifs, quelle en peut être l'importance au point de vue de la classification des races?

Que penser par exemple de la *chevelure?* Il répond :

« La chevelure a une valeur très réelle pour la caractérisation des groupes fondamentaux de l'humanité. Elle fournit également des caractères pour la distinction des races secondaires ; enfin elle peut donner aussi des indications parfois très précises sur les croisements intervenus entre diverses races... Sans même recourir au microscope, il est parfois facile de reconnaître le métissage, grâce aux caractères généraux de la chevelure. Par exemple, là où les Jaunes et les Noirs se trouvent en contact, elle présente souvent chez les métis des caractères intermédiaires faciles à constater : elle est à la fois très crépue et très rude. Il en est de même chez les Cafusos du Brésil, métis de Nègres et d'indigènes... » (2).

Beaucoup moins importante est la *couleur de la peau,* quoique pendant longtemps on l'ait regardée comme le caractère fondamental d'une bonne classification, d'où

(1) Sur cette double question, cf. *Crania ethnica,* où la craniologie sert de criterium à la classification et à la distinction des races humaines.

(2) *Introduction à l'étude des races humaines,* Quest. gén., p. 206.

les noms généralement donnés aux trois types de l'humanité. M. de Quatrefages ne lui reconnaît pas grande valeur lorsqu'il s'agit de caractériser les groupes fondamentaux. « Toutefois elle permet de reconnaître, presque à coup sûr, les populations se rattachant au tronc blanc, lorsque la teinte est bien accusée, et surtout quand l'épiderme est en même temps assez transparent pour laisser apercevoir le rose des joues, la couleur bleuâtre des veines sous-cutanées. Jamais rien de pareil ne se montre dans les races colorées. En outre, les diverses nuances du teint fournissent de bons caractères pour distinguer les groupes secondaires. A ce titre on ne saurait leur refuser une importance réelle, quoique moindre que celle qu'on leur attribuait jadis... » (1).

De toutes les parties du squelette, c'est aux caractères tirés de la *tête osseuse* que M. de Quatrefages attache le plus de prix, comme nous l'avons déjà vu. Mais lui-même va nous dire pourquoi il nous est impossible de résumer ici en quelques lignes un ensemble de recherches où les mensurations, les chiffres, les comparaisons, les détails en un mot, jouent le principal rôle. « Les caractères tirés de la tête osseuse ont une tout autre importance que les précédents, et il en est plusieurs dont la valeur est de premier ordre (2), qu'ils soient empruntés au crâne ou à la face considérés isolément, ou bien aux rapports réciproques de ces deux régions. C'est là ce qu'ont bien compris les anthropologistes, par suite de la puissante impulsion donnée à cet ordre d'études par Broca, qui, malgré les travaux antérieurs de Blumenbach et de Retzius, peut être regardé comme le véritable fondateur de la craniologie ethnique. En moins de vingt ans, grâce aux leçons et à l'exemple de ce maître, les méthodes d'investigation se

(1) *Introduction à l'étude des races humaines*, Quest. gén., p. 209.

(2) C'est le cas, par exemple, de l'*indice céphalique horizontal*, qui consiste dans le rapport existant entre les diamètres antéro-postérieur et transverse du crâne.

sont multipliées, les résultats se sont accumulés, si bien qu'il serait impossible d'en donner une idée même très incomplète. Ici encore je ne puis que renvoyer au livre de M. Topinard... » (1).

Les parties molles de l'organisme, même le cerveau, ne fournissent que peu de caractères propres à distinguer les races humaines; il n'y a donc pas lieu d'insister sur ce point. Quant aux données empruntées à la physiologie et à la pathologie, voici ce qu'on en peut tirer. « La physiologie et la pathologie donnent des renseignements précieux au point de vue de l'anthropologie générale, elles fournissent des caractères propres à distinguer de leurs souches originelles un certain nombre de groupes modifiés. Mais, par suite de leur variabilité, les particularités empruntées à cet ordre de faits n'ont qu'une importance très secondaire, lorsqu'il s'agit de caractériser un groupe fondamental. Par la même raison, elles ne sauraient être à peu près d'aucun secours lorsqu'on cherche à suivre un type donné à travers les modifications qu'il a pu subir, ou à en retrouver la trace plus ou moins effacée à la suite de croisements. Il faut alors s'adresser aux caractères plus persistants... » (2).

2. L'étude des caractères physiques, dont plusieurs se prêtent à des mesures précises, met aussi en relief l'*entrecroisement* et la *fusion* des caractères dans les diverses races humaines, et par suite fournit un solide argument en faveur de l'unité de l'espèce humaine.

La *taille des diverses races humaines* en présente un exemple frappant. Nous ne pouvons reproduire ici le tableau de cent soixante-trois tailles humaines que M. de Quatrefages a donné dans son *Espèce humaine* (3). Mais il sera facile d'y recourir et de constater la justesse des

(1) *Introduction à l'étude des races humaines,* Quest. gén., p. 214. — Cf. *L'Anthropologie,* par le Dr Topinard, 4e édit., Paris, 1884.

(2) *Introduction à l'étude des races humaines,* Quest. gén., p. 232.

(3) *L'Espèce humaine* (1877), tableau, pp. 43 et 44.

réflexions que ce tableau lui inspire. « Quoiqu'il soit composé surtout de moyennes, on y voit, du Boschiman aux insulaires de Tonga-Tabou et de Schiffer, la taille grandir progressivement depuis 1 mètre jusqu'à $1^m,93$. D'un terme à l'autre, la différence est souvent de quelques millimètres, bien rarement d'un centimètre, jamais d'un décimètre. Il est évident que si nous avions la mesure de tous les individus qui ont donné ces moyennes, ces différences seraient encore bien moindres et vraiment insensibles ; la *fusion* deviendrait complète.

» Mais ce que ce tableau met surtout en évidence, c'est l'*entrecroisement*. La même taille réunit les populations les plus disparates, appartenant aux races les plus diverses : par exemple, des Australiens, des Quichuas et des Anglais ($1^m,600$) ; des Allemands, des Nègres et des Charruas ($1^m,680$) ; des Anglais, des Esquimaux et des Australiens ($1^m,714$), etc. En outre, les Blancs, les Jaunes et les Noirs sont entremêlés de la manière la plus bizarre. La moyenne des Français appartenant aux classes aisées se trouve placée entre les Charruas et les Ojibbewais ; la moyenne des Belges et des Anglais, entre les Nègres de Sokoto et les Indiens des Pampas, etc. » (1).

« En présence de faits de même nature, conclut avec raison le docte professeur, s'il s'agissait de mollusques aussi bien que de mammifères, pas un naturaliste classificateur n'hésiterait à admettre l'*unité spécifique* de tous les individus soumis à son étude, quelque variété qu'ils pussent présenter, et quelles que fussent les différences existant entre les termes extrêmes de la série. Sous peine d'abandonner le champ des sciences naturelles pour celui de je ne sais quelles hypothèses, l'anthropologiste ne saurait conclure autrement » (2).

3. Enfin l'étude des caractères physiques permet de répondre à ceux qui, sous l'empire des doctrines transfor-

(1) *Introduction à l'étude des races humaines*, Quest. gén., pp. 211 et 212.
(2) *Ibid.*, p. 219.

mistes, ont voulu voir, dans certaines particularités extérieures ou anatomiques, non seulement des *caractères d'infériorité,* mais encore des *signes d'animalité.*

« On a attribué à l'influence ancestrale des singes, que l'on donne pour pères à l'homme, quelques-uns des traits qui séparent des Blancs les races colorées et surtout le Nègre. On a regardé ces caractères différentiels comme autant de cas d'*atavisme partiel* et l'on a cru avoir ainsi rendu compte de leur existence. Réciproquement ces mêmes caractères ont été invoqués comme autant de preuves de notre origine simienne. »

A cela on peut répondre : « A force de songer aux animaux, les anthropologistes dont il s'agit ont fini par oublier l'homme. Si leur attention s'était quelque peu dirigée de ce côté, ils auraient compris que l'histoire de l'évolution humaine permet souvent d'expliquer d'une manière très simple l'apparition des particularités propres à certaines races, et d'en préciser la nature sans recourir à n'importe quelle espèce animale ; si bien qu'à la *théorie simienne* repoussée par la science, on peut, dans bien des cas, substituer une *théorie évolutive humaine* reposant sur des observations précises » (1). Pour donner à la réponse toute sa force et surtout toute sa clarté, il faudrait entrer dans des détails trop longs ; on les trouvera dans l'*Introduction à l'étude des races humaines* (2) ; nous ne pouvons indiquer ici que le principe de la solution.

II. **Caractères intellectuels.** — On sait qu'entre l'intelligence de l'homme et celle des animaux, M. de Quatrefages n'admet qu'une différence de degrés. « Plus je réfléchis, écrit-il, plus je me confirme dans la conviction que l'homme et l'animal pensent et raisonnent en vertu d'une faculté qui leur est commune, et qui est seulement énormément plus développée dans le premier que dans le

(1) *Introduction à l'étude des races humaines,* Quest. gén., p. 194.
(2) *Ibid.,* pp. 194-200.

second. Ce que je viens de dire de l'intelligence, je n'hésite pas à le dire aussi du langage, qui en est la plus haute manifestation. Il est vrai que l'homme seul a la *parole*, c'est-à-dire la *voix articulée*. Mais deux classes d'animaux ont la *voix*. Il n'y a là encore chez nous qu'un perfectionnement immense, mais rien de radicalement nouveau » (1).

Ce n'est pas le lieu de discuter cette opinion singulière et que nous ne partageons pas, on le pense bien. Contentons-nous d'indiquer à ceux de nos lecteurs qui désireraient s'éclairer sur la différence essentielle entre l'homme et les animaux, un excellent chapitre du regretté P. Carbonnelle dans son livre sur *Les Confins de la science et de la philosophie* (2), ainsi que deux importants mémoires plus récents de M. Ch. de Kirwan (3).

M. de Quatrefages rattache les manifestations intellectuelles qui peuvent servir à caractériser les races humaines aux trois points suivants : 1° le langage; 2° l'état social; 3° les arts et les industries (4).

1. A propos du *langage*, il fait justement remarquer qu'en essayant, comme on l'a tenté, de fonder l'ethnologie exclusivement sur la linguistique, on s'expose à de graves méprises. « En effet, une population conquise oublie assez souvent le langage de ses pères pour celui des envahisseurs. Alors un examen superficiel peut faire croire qu'elle a disparu, et que la race conquérante s'est entièrement substituée à elle, tandis qu'en réalité elle persiste et est même florissante. On sait que les Guanches des Canaries ont longtemps passé pour avoir été détruits par les Espagnols... Pourtant Sabin Berthelot a montré depuis

(1) *L'Espèce humaine*, p. 15.

(2) *Les Confins de la science et de la philosophie*, par le P. Carbonnelle, 2e édit., t. II, pp. 145-200. Voir REVUE DES QUEST. SCIENT., tome VII, pp. 193 et suiv.

(3) *L'Instinct, la connaissance et la raison*, Mémoire lu au Congrès scientifique international des catholiques tenu à Paris en 1891 (voir REV. DES QUEST. SCIENT., tome XXX, pp. 353 et suiv.); — et *Des Facultés différentielles de l'homme et des animaux* (extrait de la SCIENCE CATHOLIQUE, 1892), par C. de Kirwan.

(4) *L'Espèce humaine*, Caractères intellectuels, pp. 319-338.

bien des années qu'il n'en est rien; qu'une partie des Canariens actuels appartient à la vieille race, et que l'on trouve, jusque dans les classes élevées de la société, des familles qui portent encore les noms des anciens chefs de l'archipel. Les études récentes de M. Verneau ont pleinement confirmé la découverte due à notre ancien consul général. L'erreur si longtemps acceptée s'explique d'ailleurs aisément : aux Canaries, la disparition des idiomes locaux, remplacés par la langue espagnole, avait fait croire à l'extinction des insulaires.

» Parfois aussi les conquérants, se trouvant en minorité relative, sont absorbés par la race conquise et en adoptent jusqu'au langage. Les Normands de France n'ont rien conservé des langues scandinaves parlées par leurs ancêtres. A plus forte raison en est-il de même pour des immigrants pacifiques. Enfin lorsque, par suite d'événements quelconques, des éléments anthropologiques divers se sont mêlés et fusionnés, l'unité de la langue peut faire croire à une homogénéité ethnique fort éloignée de la réalité » (1).

Mais s'il ne faut pas exagérer l'importance des caractères linguistiques, il serait imprudent de n'en tenir aucun compte. Quelquefois leur valeur est supérieure à celle des caractères physiques eux-mêmes, ou plutôt ils fournissent des indications plus faciles à saisir. « Sans leur langue toute spéciale, les Basques ne se distingueraient guère des autres Européens. Le langage seul a pu nous apprendre qu'ils doivent se rattacher, par leurs plus lointains ancêtres, à quelque rameau des Blancs allophyles ou finnois, aujourd'hui séparé d'eux par de vastes espaces » (2).

D'autres fois, chez les races métisses surtout, la langue accuse à la fois les mélanges ethniques, leur succession, la nature de l'influence exercée par les éléments divers qui ont concouru à leur formation. « Comme exemple, je

(1) *Introduction à l'étude des races humaines*, Quest. gén., pp. 233, 234.
(2) *Ibid.*, p. 234.

citerai les Malais proprement dits. Tous les polygénistes en ont fait une de leurs *espèces*, et bien des monogénistes les ont regardés comme une de leurs *races principales*. En réalité, c'est une population très mélangée, qui s'est uniformisée jusqu'à un certain point à la suite de l'impulsion produite par l'islamisme. C'est ce qu'atteste l'examen des têtes osseuses ; c'est ce que montrait déjà l'analyse du vocabulaire faite par Ritter. Sur 100 mots, la langue malaise n'en compte que 27 qui lui appartiennent en propre ; 50 sont polynésiens, 16 sanscrits, 5 arabes et 2 javanais » (1).

2. En ramenant l'*état social* à ses formes élémentaires principales, on peut partager les peuples en chasseurs ou pêcheurs, en pasteurs, en agriculteurs. Mais, selon la juste remarque de M. de Quatrefages, « l'état social, qui se rattache évidemment aux facultés intellectuelles, n'est pas à vrai dire un caractère de race. On sait comment il se transforme, soit plus ou moins spontanément, soit à la suite d'une initiation venue du dehors » (2).

En fait, les trois types humains fondamentaux présentent les trois types sociaux : « Aujourd'hui encore on trouve, sur la côte occidentale de l'Amérique du Nord, des *Blancs* qui se sont arrêtés à l'état de pêcheurs, et des tribus entières d'*Arabes* en sont encore à l'état pastoral. Chez les *Jaunes*, les Tongouses de la Daourie sont peut-être le type le plus complet des chasseurs, comme les hordes de l'Asie centrale le sont des pasteurs, et les Chinois des agriculteurs. Chez les *Nègres* enfin, les Tasmaniens, éteints de nos jours, étaient exclusivement chasseurs et pêcheurs ; les Négritos des Andamans en sont encore au même point ; les Cafres sont essentiellement pasteurs, et les Guinéens cultivateurs » (3).

(1) *Introduction à l'étude des races humaines*, Quest. gén., p. 235. — Pour les détails, cf. *Classification des races humaines* (1889), pp. 524-527.

(2) *Introduct.*, etc., p. 236.

(3) *Ibid.*, p. 237 ; — et *L'Espèce humaine*, pp. 329-337, sur tout ce qui concerne l'*état social*.

3. Les produits de l'*industrie* et de l'*art* fournissent à l'ethnologie des données parfois très précieuses. C'est grâce à eux qu'on a pu remonter au delà de l'histoire, et retrouver le passé des plus anciennes populations. D'autres fois ils ont fourni les renseignements les plus inattendus sur les anciens rapports ayant existé entre des populations séparées par de vastes espaces, sur les origines ethniques communes de peuples en apparence isolés.

Mais si ces documents sont précieux, ils doivent être maniés avec la plus extrême prudence, et M. de Quatrefages en donne la raison. « Quand il s'agit de populations primitives arrêtées au même degré de développement social, éprouvant par suite les mêmes besoins, et ayant sous la main des moyens analogues pour y satisfaire, les industries, encore toutes rudimentaires, ne peuvent que se ressembler beaucoup, lors même que ces populations sont ethnologiquement fort différentes. Dans l'ancien continent, les hommes néolithiques ont taillé la pierre à bien peu près de la même façon, qu'ils fussent brachycéphales ou dolichocéphales. En Amérique, Lund paraît regarder les haches de combat employées par l'homme de Lagoa-Santa comme semblables de tout point à celles de nos ancêtres de l'âge de la pierre ; et pourtant nous savons que cette race différait de toutes ses contemporaines de l'ancien monde » (1).

C'est surtout dans les questions de chronologie et de synchronisme qu'il faut user avec réserve des données ethnographiques. « Lorsque, dit M. de Quatrefages, sous l'empire de croyances plus ou moins motivées, on s'est habitué à regarder une industrie quelconque comme n'ayant pu apparaître qu'à une certaine époque, on est facilement entraîné à reporter à cette époque l'existence de toute population qui l'a mise en pratique. Par suite, on peut être conduit à rajeunir ou à vieillir une race tout

(1) *Introduction à l'étude des races humaines*, Quest. gén., p. 239.

entière. C'est ainsi que des archéologues éminents ont regardé les hommes de Furfooz, découverts par M. Dupont dans la vallée de la Lesse, comme n'ayant pu appartenir aux temps quaternaires, par cela seul que la sépulture du Trou du Frontal renfermait *un vase de terre*. Or des considérations paléontologiques et craniologiques conduisent à la conclusion contraire » (1).

Enfin il ne faut pas oublier que des populations, très inférieures sous certains rapports, peuvent être fort avancées sous d'autres. Les Mincopies en fournissent un exemple. Ces petits Nègres, qui habitent les îles Andaman, « sont exclusivement chasseurs et pêcheurs ; ils creusent des canots qui ont étonné les Anglais ; leur grand arc, en forme de *S* allongée, protège la main contre le choc de la corde, sans rien perdre de sa force et de sa justesse ; ils savent faire des vases de terre allant au feu et servant à la cuisson de leurs aliments ; ils tressent finement des paniers ; ils construisent de véritables villages dont les cabanes sont assez solidement charpentées et bien couvertes. Sur tous ces points, ils sont égaux, parfois supérieurs à bien des populations qui déjà cultivent la terre, ou même élèvent des animaux domestiques. Et pourtant ils en sont encore à l'industrie de la pierre, qui, chez eux, est restée fort inférieure à ce qu'elle était chez nos plus anciens hommes quaternaires. Leurs flèches, leur javelots sont armés seulement d'os de poisson, de fragments de coquilles ou de bois durci. La pierre, qui leur sert uniquement d'outil, est employée à l'état d'*éclats* sans retouches ; tout au plus la façonnent-ils à peu près en forme de *couteau paléolithique*. Mais ils n'ont jamais su fabriquer ni haches, ni ciseaux, ni perçoirs, ni grattoirs, ni pointes de lances ou de flèche. Bien plus, ces mêmes insulaires ont oublié tout procédé pour obtenir du feu, et se bornent à entretenir soigneusement leurs foyers » (2).

(1) *Introduction à l'étude des races humaines*, Quest. gén., p. 239.

(2) *Ibid.*, pp. 242 et 243, avec les figures des pp. 241, 243 et 244. Voir aussi *Les Pygmées*, ch. IV.

De toutes ces observations il résulte que si les arts et les industries fournissent dans bien des cas des moyens de caractériser certains groupes humains, ils ne doivent jamais être employés sans une extrême circonspection et qu'ils sont bien inférieurs, au point de vue de la classification, aux caractères extérieurs ou ostéologiques par exemple.

III. **Caractères moraux et religieux. Le Règne humain.** — Les caractères moraux et religieux se manifestent chez l'homme d'une triple façon : 1° par la notion du bien et du mal moral ; 2° par la croyance à une autre vie ; 3° par la croyance à des êtres qui lui sont supérieurs. M. de Quatrefages rattache tous ces phénomènes, sous leurs diverses formes, à deux facultés qu'il appelle la *moralité* et la *religiosité*.

1. Il constate d'abord la présence des caractères moraux et religieux dans tous les groupes humains.

On ne la conteste guère dans les races qui sont à la tête du mouvement intellectuel et social, sauf dans les races jaunes qui ont adopté le bouddhisme, et que quelques savants, Burnouf et Barthélemy Saint-Hilaire par exemple, comptent parmi les populations *athées*. M. de Quatrefages n'a pas de peine à réfuter cette opinion singulière, qui rangerait sous la bannière de l'athéisme plus du tiers de l'humanité (1).

Mais quand il s'agit des races inférieures, on est très porté à leur refuser des conceptions religieuses. Volontiers on dirait avec le savant Lubbock : « Il est difficile de supposer que des sauvages assez grossiers pour ne pas pouvoir compter leurs propres doigts aient des conceptions intellectuelles assez avancées pour posséder un système de croyances digne du nom de religion. »

Tel n'est pas l'avis de M. de Quatrefages, et il le dit

(1) *L'Espèce humaine*, pp. 351 et 352.

très nettement. « Le résultat de mes investigations est exactement l'opposé de celui auquel sont arrivés M. Saint-Hilaire et sir John Lubbock. Obligé par mon enseignement même de passer en revue toutes les races humaines, j'ai cherché l'athéisme chez les plus inférieures comme chez les plus élevées. Je ne l'ai rencontré nulle part, si ce n'est à l'état individuel ou à celui d'écoles plus ou moins restreintes, comme on l'a vu en Europe au siècle dernier, comme on l'y voit encore aujourd'hui » (1). Cette revue, on le sait, a été très consciencieusement passée. Qu'on lise par exemple ce que le docte professeur a écrit sur les caractères religieux et moraux des Tasmaniens, des Maoris ou des Todas (2), qu'on parcoure les chapitres consacrés aux croyances des Hottentots, des Mincopies, des Aëtas, des Négrilles de l'Afrique (3), etc., et l'on verra avec quel soin M. Quatrefages a étudié les croyances, les légendes et les mœurs de ces peuplades déshéritées. Il a fait la même chose quand il s'est trouvé en présence des hommes préhistoriques, et nous avons cité plus haut ce qu'il dit de la religion de nos ancêtres quaternaires ou néolithiques (4). De cette enquête minutieuse est résultée pour lui une conviction inébranlable dans l'*universalité* du sentiment religieux et moral parmi les hommes, à quelque degré de civilisation qu'ils soient parvenus.

L'enquête à laquelle s'est livré M. de Quatrefages lui a permis également de répondre à certaines objections qui ont été faites contre l'universalité des sentiments moraux et religieux. On a dit par exemple que, chez certaines races sauvages, le sentiment de la pudeur faisait absolument défaut. A cela le professeur du Muséum répond : « Il est évident que le sentiment de la pudeur ne peut se traduire de la même manière chez les peuples qui ont à lutter

(1) *L'Espèce humaine*, p. 355.
(2) *Hommes fossiles et hommes sauvages*, pp. 343, 451, 551.
(3) *Les Pygmées*, ch. IV, V, VI, VII.
(4) *Introduction à l'étude des races humaines*, Quest. gén., pp. 277-283.

contre le froid et chez des sauvages habitant les régions intertropicales. Ici la chaleur du climat rend les vêtements inutiles ; on les a supprimés. Mais il est toujours certaines parties du corps qui ne doivent pas être visibles. Ces parties peuvent être extrêmement restreintes ; et de là sont venues certaines coutumes qui ont induit en erreur. Bien des voyageurs ont vu, dans le bout de roseau porté par certains Polynésiens, la preuve d'un raffinement de sensualité ; c'est au contraire pour eux un acte de simple pudeur. — Les femmes Mincopies n'ont pour tout vêtement qu'un petit paquet de feuilles attaché à une cordelette. Mais elles ne le quittent jamais, pas même devant leurs compagnes, et lorsqu'il doit être changé, elles se retirent dans quelque lieu secret pour être à l'abri de tous les regards » (1).

On a considéré comme athées des races entières par la raison que chez elles on ne trouvait ni édifices consacrés au culte, ni idoles qui reçussent des hommages. Les Hottentots ont été dans ce cas jusqu'aux recherches de M. Hahn, qui a séjourné neuf ans parmi leurs tribus. Or il a découvert, chez ces tribus prétendues athées, toute une mythologie fort compliquée. « Ils reconnaissent un Dieu suprême nommé *Tsûi-goa,* qui habite dans un ciel rouge situé au delà du ciel bleu. C'est lui qui a tout créé, hommes et choses, c'est de lui qu'ils attendent tout. Ils le prient chaque matin aux premiers rayons de l'aube, et célèbrent en outre en son honneur, au lever de certaines constellations, de grandes fêtes qui se passent à exécuter des danses sacrées et à chanter un hymne que M. Hahn a recueilli. A côté de ce Dieu bon, les Hottentots admettent l'existence d'un grand Dieu méchant, appelé *Gaunab,* qui a maintes fois lutté contre Tsûi-goa, qui a d'abord eu l'avantage, mais qui a fini par être vaincu. Maintenant il habite un ciel noir. Au-dessous de ces divinités princi-

(1) *Introduction à l'étude des races humaines*, Quest. gén., p. 253.

pales, les Hottentots placent d'autres dieux secondaires, les uns bons, les autres méchants... » (1). On voit comme on s'était trompé en concluant de l'absence de temples et d'idoles au défaut d'idées religieuses chez ces peuplades.

On a de même accusé de ne pas croire à une vie future des tribus chez lesquelles on n'élevait pas de tombeaux (2), etc., etc... Il serait trop long de rapporter toutes ces objections. M. de Quatrefages les a réfutées en détail, ce qui lui permet de conclure : « Bien loin d'accroître la liste des populations athées, les recherches faites dans ce sens depuis un demi-siècle ont démontré l'existence de notions et de conceptions religieuses bien faites pour nous étonner chez les tribus placées au plus bas degré de l'échelle sociale » (3).

2. Ces caractères moraux et religieux, communs à tous les groupes humains, manquent absolument dans le règne animal. La constatation de ce fait, généralement admis, a conduit M. de Quatrefages à sa conception du *Règne humain* (4). Voici comment il pose la question dans son *Rapport* de 1867, où il l'a étudiée dans le détail : « L'homme n'est-il donc qu'un animal beaucoup plus intelligent que ses frères? N'a-t-il donc aucun ordre de phénomènes qui lui soit propre, et le distingue des animaux, au même titre que ceux-ci sont distincts des végétaux? »

Il répond, en donnant la raison de son opinion : « Depuis bien longtemps (1838) j'avais répondu à ces questions; j'avais cru devoir séparer l'homme des animaux et en former un *Règne à part*. Bien des années d'études et de réflexions m'ont de plus en plus confirmé dans cette manière de voir, qu'ont professée avant moi plusieurs hommes éminents, et entre autres M. Serres..... En effet

(1) *Introduction à l'étude des races humaines*, pp. 261 et 262.
(2) *Ibid.*, pp. 258 et 259.
(3) *Ibid.*, p. 260.
(4) Sur le règne humain, cf. surtout *Rapport* de 1867. pp. 71-93 ; et aussi *L'Espèce humaine*, ch. 1.

l'homme est le seul être chez lequel se rencontrent les trois faits fondamentaux suivants : 1° la notion du bien et du mal moral ; 2° la croyance à une autre vie ; 3° la croyance à des êtres qui lui sont supérieurs. Ces deux derniers, parfois difficiles à distinguer l'un de l'autre, peuvent être rapportés à une même faculté, la religiosité. Le premier se rattache à la moralité. Ces deux facultés sont pour moi les *attributs du Règne humain* » (1).

« De la moralité, de la religiosité découlent, comme conséquences, une foule de manifestations diverses de l'activité humaine ; à elles se rattachent des coutumes, des institutions de toute nature ; seules elles expliquent quelques-uns de ces grands faits historiques qui changent la destinée des nations et la face du monde. Leur importance ne peut donc être niée.

» On retrouve ces deux grands phénomènes plus ou moins accusés chez tous les hommes ; rien n'en indique l'existence chez les animaux. On est donc autorisé à les regarder comme caractérisant le groupe humain ; et les êtres qui composent ce groupe, ayant sur les animaux une supériorité incontestable et incontestée, la moralité et la religiosité se trouvent être les attributs d'un Règne supérieur à celui des bêtes » (2).

Cette idée de ranger l'homme dans un règne à part a été, on le sait, combattue par plusieurs naturalistes. Une vive et longue discussion s'est engagée sur ce point à la Société d'anthropologie de Paris (3) ; des objections nombreuses ont été faites au savant professeur ; néanmoins il est resté fidèle à sa conception première, et dans son *Introduction à l'étude des races humaines*, publiée en 1887, le premier chapitre porte pour titre : *Règne humain*. En voici la conclusion : « Sous peine de quitter la voie

(1) *Rapport* de 1867, p. 76.
(2) *Ibid.*, p. 77.
(3) *Bulletins de la Société d'anthropologie*, tomes I, II, V, VI, et le tome I de la 2e série. — Les objections avec les réponses se trouvent dans le *Rapport* de 1867, pp. 78-89.

ouverte par le père des sciences naturelles et suivie par tous les naturalistes, on doit conclure que la moralité et la religiosité sont de *véritables attributs* justifiant l'adoption d'un nouveau règne, qu'avec quelques-uns de mes prédécesseurs j'ai appelé le *Règne humain* » (1).

§ 3. *Classification des races humaines.*

Mettant à profit ces caractères d'ordres si divers, M. de Quatrefages expose, en cinq tableaux, la classification des races humaines telle qu'il l'a adoptée (2). Ces tableaux, nous ne pouvons les reproduire ici, mais il sera facile de les retrouver dans un des derniers ouvrages du savant professeur, consacré précisément à la *classification des races humaines* (3). Comme on peut le voir en examinant ces tableaux, « l'ensemble des races humaines s'y décompose en *troncs, branches, rameaux, familles* et *groupes*, comprenant eux-mêmes des *nations, hordes, tribus* ou *peuplades*, mots dont le sens n'a pas besoin d'être défini. Le mot de *race* ne figure pas et ne doit pas figurer dans la nomenclature. Il doit conserver dans le langage anthropologique son sens général et physiologique ; il doit pouvoir être pris tour à tour dans une acception étendue ou restreinte. On doit pouvoir dire d'un individu qu'il est de *race mandingue*, et que les Mandingues sont de *race nègre* » (4). Le cadre de la classification se trouve établi grâce à cette nomenclature.

(1) *Introduction à l'étude des races humaines*, p. 6.

(2) Nous laissons de côté les *races fossiles*, qui ont naturellement leur place dans ces tableaux, mais que nous avons étudiées ailleurs.

(3) *Introduction à l'étude des races humaines. — Classification des races humaines*, Paris, 1889. Tableaux des races nègres . . . . . p. 343.
des races jaunes . . . . . p. 419.
des races blanches. . . . . p. 456.
des races mixtes océaniennes. . . p. 507.
des races mixtes américaines. . . p. 575.

Dans les notes suivantes, nous nous contenterons d'indiquer le sous-titre de cet ouvrage capital : *Classification des races humaines.*

(4) *Ibid.*, p. 288.

Quant aux principes qui ont guidé M. de Quatrefages dans la classification elle-même, ce sont les suivants :

1° Il s'est fait une loi « de tenir compte de *tous* les caractères, de n'en dédaigner *aucun*, de déterminer leur valeur relative et de ne se décider qu'après une étude aussi complète que possible... En général, jusqu'ici, dit-il, on s'est placé sur le terrain des *systèmes*, en donnant à ce mot le sens qu'il a en histoire naturelle. On a pris tour à tour, pour base absolue, tantôt la couleur, tantôt la langue ou le développement social. Par suite, on a été conduit, comme on l'avait été en zoologie et en botanique, à rompre des rapports naturels évidents... Il est vrai qu'en anthropologie, comme partout, l'application de la *méthode naturelle* est bien autrement difficile que celle d'un *système* quelconque. On n'a pas seulement à tenir compte d'un petit nombre de caractères ; on n'a pas seulement à les rechercher *tous* ; il faut de plus en apprécier l'*importance relative*, et cette importance varie parfois selon le groupe. Mais aussi, ce travail fait, on connaît réellement la race qui en a été l'objet, et on peut la placer avec connaissance de cause dans une classification qui représente ainsi, non pas seulement une simple suite de *noms*, autrement dit une suite de *mots*, mais un véritable ensemble de *faits* » (1).

2° Il s'est préoccupé de la place qui convient aux *races mixtes* dans une classification naturelle. « Que le mélange de caractères qu'elles offrent soit dû au métissage ou aux actions du milieu, toujours est-il qu'il est souvent impossible de leur assigner une place vraiment motivée au milieu de leurs sœurs. Où qu'on les mette, on brise toujours quelque rapport. Voilà pourquoi, dans les essais de classification que j'ai publiés il y a quelques années, j'avais cru devoir leur faire une place à part, à côté et en dehors des races considérées comme pures, en les rattachant

(1) *Classification des races humaines*, pp. 288 et 289.

néanmoins au tronc dont les rapproche le plus l'ensemble de leurs caractères. Mais cette manière d'agir a aussi ses inconvénients. Elle conduit à séparer outre mesure des populations que relient les unes aux autres des relations ethnologiques plus ou moins étroites, et se prête moins bien à l'exposé de certains faits de *fusion* qu'il importe de signaler. J'ai donc fait figurer, dans les tableaux actuels, plusieurs de ces groupes que l'on peut regarder comme suffisamment caractérisés. Toutefois j'ai maintenu et examiné à part les races mixtes océaniennes et américaines qui, tout en se rattachant plus particulièrement au tronc jaune par un certain nombre de leurs tribus, aboutissent par d'autres aux types blanc et noir. L'importance et l'extension géographique de ces deux ensembles de populations m'ont paru motiver cette exception » (1).

3° Il a conservé, pour désigner les grandes divisions de l'espèce humaine, les noms proposés par Blumenbach et par Cuvier. « Ce n'est pas que je méconnaisse, écrit-il, ce qu'ont d'inexact, et par conséquent de mauvais, ces expressions empruntées à la couleur et à la géographie. Mais il est mieux, je crois, de conserver ces dénominations universellement adoptées, que d'en proposer de nouvelles qui peut-être ne tarderaient pas à se montrer aussi peu justes que les anciennes. Je vois d'ailleurs peu d'inconvénients à faire usage de ces dernières, à la condition de ne pas oublier qu'elles ne doivent être considérées que comme des *appellations* et nullement comme indiquant soit la couleur réelle des races, soit leur distribution ou leur origine géographique » (2).

4° Enfin il ne faut pas donner à ces tableaux un caractère définitif et immuable qui n'est pas dans les intentions de leur auteur. « Si nous avions, dit-il, sur toutes les races humaines les données que nous possédons aujourd'hui sur un certain nombre d'entre elles, je crois qu'on

(1) *Classification des races humaines*, p. 291.
(2) *Ibid.*, pp. 292 et 293.

pourrait les distribuer dans un cadre définitif. Mais il en est encore beaucoup pour lesquelles le plus sage est de rester dans le doute, et que nous pouvons tout au plus rapporter à quelqu'un des groupes les plus généraux, en regardant cette place comme provisoire. Les tableaux ci-joints sont donc bien loin de me paraître définitifs. Déjà je les ai remaniés à diverses reprises, et je crois les avoir améliorés. Toutefois, mieux que personne, je comprends combien ils doivent encore être imparfaits, je sais qu'ils devront être modifiés et complétés... » (1).

I. **Races noires**. — Les races si nombreuses qui se rattachent au *tronc nègre ou éthiopique* ont attiré d'une façon toute spéciale l'attention du savant professeur ; aussi pouvons-nous l'en croire quand il nous dit que « la classification des races nègres présente à la fois des facilités et des difficultés particulières. Les types secondaires sont ici bien tranchés. Mais, d'une part, deux des grands groupes qu'il est bien difficile de ne pas accepter sembleraient devoir être réunis en un seul, par suite de la ressemblance de leurs caractères les plus essentiels ; et, d'autre part, deux autres groupes de populations manquent des traits les plus caractéristiques des Nègres » (2).

Un coup d'œil jeté sur le tableau qui résume toutes ces recherches, et où sont inscrites les *races nègres ou pouvant être regardées comme telles*, nous fait d'abord apercevoir, sous la rubrique *types aberrants*, les rameaux Australiens et Saabs. « En agissant ainsi, nous dit M. de Quatrefages, je reste fidèle à mes antécédents de naturaliste. Ni les uns ni les autres ne réunissent les deux caractères essentiels des races vraiment nègres, savoir : la chevelure laineuse et la couleur noire. Le premier trait manque chez les Australiens, dont les cheveux sont droits ou simplement bouclés ; le second n'existe pas chez les Saabs, dont la

(1) *Classification des races humaines*, p. 292.
(2) *Ibid.*, p. 340.

couleur est jaune. Mais, par tous leurs autres caractères, les Australiens aussi bien que les Saabs se rattachent intimement au tronc nègre, et il est impossible de les rapprocher soit des Jaunes, soit des Blancs. Il était d'ailleurs difficile d'isoler et de mettre hors cadre les Boschimans et les Hottentots, à raison du rôle ethnogénique considérable qu'ils ont joué dans l'Afrique australe. La mise à part des Australiens n'aurait pas présenté les mêmes inconvénients. Toutefois il m'a paru préférable de les placer à la suite des Mélanésiens, dont ils peuvent être regardés aujourd'hui comme une dépendance, à titre de *race mixte* » (1).

En poursuivant notre examen du tableau, nous remarquerons que le type noir présente, de nos jours, *deux centres* parfaitement caractérisés et séparés par de vastes espaces. L'un est surtout insulaire, c'est la patrie de la *branche indo-mélanésienne;* l'autre est continental, il est occupé par la *branche africaine.*

On peut tout d'abord se demander s'il en a été primitivement de même, ou si, comme ses sœurs, la race noire s'est caractérisée dans un centre unique et bien déterminé.

C'est pour la seconde hypothèse que se prononce M. de Quatrefages. « Tout conduit, conclut-il après avoir longuement exposé ses raisons (2), à admettre que les Noirs n'ont eu, comme les Jaunes et les Blancs, qu'un seul centre de formation, de caractérisation primitif, d'où ils ont irradié. Mais ce centre, évidemment situé dans l'Asie méridionale, les plaçait dans des conditions spéciales et bien désavantageuses à certains égards.

« En effet, à mesure que les Blancs et les Jaunes se multipliaient, ils pouvaient librement disséminer leurs tribus sur de vastes espaces; la terre ne leur manquait pas. Les premiers avaient devant eux tout le nord-ouest, l'ouest et le sud-ouest du continent. L'Asie centrale et

(1) *Classification des races humaines*, p. 341.
(2) *Ibid.*, pp. 317-333.

boréale s'ouvrait largement aux seconds. Les Noirs, au contraire, étaient comme emprisonnés entre les hautes chaînes centrales et la mer. De bonne heure sans doute ils furent envahis, au nord et à l'est, par des infiltrations, probablement aussi par des invasions de Jaunes ; sur le continent, ils étaient arrêtés à l'ouest par les Blancs. Pour agrandir leur domaine, pour échapper aux violences des races supérieures, ils n'eurent d'autre ressource que de chercher au milieu des mers les terres qui leur manquaient, et, pressés par la nécessité, ils émigrèrent dans les deux sens. Les uns, poussant à l'est, abordèrent successivement tous les grands archipels asiatiques, dont ils furent incontestablement les premiers habitants, et allèrent jusqu'aux extrémités de la Mélanésie ; les autres, longeant les côtes dans la direction de l'ouest, arrivèrent en Afrique » (1).

Quoi qu'il en soit du passé, nous trouvons aujourd'hui le tronc nègre divisé en deux branches bien distinctes, dont l'une occupe essentiellement les *archipels mélanésiens,* et l'autre l'*Afrique centrale.* Pourtant ces deux centres, séparés par de si grandes distances, ne sont pas sans analogies l'un avec l'autre. « Plus on les étudie de près d'une manière comparative, plus on est frappé de l'extrême ressemblance existant entre celles de leurs populations qui représentent franchement le type nègre. Dans l'un et dans l'autre on constate l'existence de deux sous-types bien distincts et qui se correspondent parfaitement terme à terme. En Afrique comme en Mélanésie, à côté des Noirs de grande taille ou au moins de taille moyenne, dolichocéphales et hypsisténocéphales, se trouvent des tribus, presque toujours morcelées, composées d'individus de très petite taille, brachycéphales ou sous-brachycéphales, et plus ou moins platycéphales. On est donc conduit à admettre que les Papouas et les Guinéens d'une

(1) *Classification des races humaines,* pp. 331 et 332.

part, les Négritos et les Négrilles d'autre part, sont les *termes correspondants* à la fois géographiques et anthropologiques les uns des autres » (1).

Malgré ces rapports incontestables, il importe de distinguer les uns des autres les divers rameaux de la race noire, et voici comment M. de Quatrefages a conçu cette classification. « Dès les premières années de mon enseignement au Muséum, dit-il, j'ai proposé de réunir toutes les populations nègres de l'Asie, de la Malaisie et de la Mélanésie, caractérisées par la petitesse de la taille et la gracilité relative des membres, dans un *rameau Négrito* (2), opposé au *rameau Papoua,* auquel j'attribuais les Nègres orientaux de grande taille et de proportions souvent athlétiques. Les Australiens, qui présentent à un haut degré les caractères d'une *race mixte*, et les Tasmaniens, qui forment à eux seuls une race distincte, restaient en dehors des deux groupes précédents. J'ai lieu de penser que, sous une forme ou sous une autre, cette division est aujourd'hui généralement adoptée.

» De son côté M. Hamy avait d'abord fait voir qu'il existe dans l'Afrique occidentale des Nègres distingués du type classique par la forme raccourcie de leur crâne. En poursuivant cet ordre de recherches, il reconnut que ce caractère céphalique coïncide avec un amoindrissement sensible de la taille. Groupant à ce point de vue les observations restées jusque-là éparses et isolées, il montra que l'Afrique possède, comme l'Asie, un sous-type nègre, dont une stature remarquablement réduite constitue un des caractères les plus frappants, et que les petits Nègres, africains et asiatiques, si éloignés l'un de l'autre géographiquement, se ressemblent par plusieurs autres traits anatomiques ou extérieurs. M. Hamy proposa, pour l'ensemble des tribus naines africaines, le nom de

(1) *Classification des races humaines,* p. 317.

(2) M. de Quatrefages a appliqué à la race entière le nom des petits Nègres des Philippines, appelés aussi Aëtas.

Négrilles » (1). Le *rameau Négrille* est donc opposé au *rameau Nigritique*, dans la branche africaine, comme le *rameau Négrito* l'est aux *Papouas* chez les Mélanésiens.

Telle est, dans ses grandes lignes, la classification des races noires adoptée et reproduite par M. de Quatrefages dans ses diverses publications. Sans entrer ici dans des détails qui ne seraient pas à leur place, nous ajouterons qu'on trouvera, dans ses *Pygmées*, la justification de ses vues sur les petits Nègres d'Asie et d'Afrique ; dans ses *Hommes fossiles et hommes sauvages*, plusieurs études sur les Papouas (2) et une monographie de la *race Tasmanienne* qui est un modèle du genre ; enfin, dans sa *Classification des races humaines*, des recherches sur les empires noirs de l'Afrique centrale et les grands mouvements de ces peuplades dont quelques-unes, les Fans ou Pahouins, par exemple, poursuivent jusque sous nos yeux leur marche en avant.

II. **Races jaunes**. — Le second tableau ethnographique de M. de Quatrefages est consacré aux Jaunes continentaux, à peu près tous confinés dans l'Asie dont ils couvrent la plus grande partie, et dont ils atteignent les régions polaires. Seuls les Esquimaux vivent en Amérique, et en occupent aussi l'extrême nord. Le tronc jaune ou mongolique y est divisé en quatre branches : 1. *Sibérienne*, comprenant les rameaux Mongol et Turc ; 2. *Thibétaine ;* 3. *Indo-Chinoise*, donnant naissance aux rameaux Birman, Thaï et Chinois ; 4. *Américaine*, comprenant le rameau Innuit. Les grandes lignes de ce tableau sont faciles à établir et généralement adoptées ; mais les difficultés commencent quand on en vient aux détails.

(1) *Les Pygmées* (1887), pp. 27, 28 et 29.

(2) *Hommes fossiles et hommes sauvages* : III. Les Malais et les Papouas ; IV. Les Papouas et les Négritos ; V. Populations de la Mélanésie et de la Polynésie occidentale.

(3) *Classification des races humaines*, pp. 371-410.

(4) *Ibid.*, p. 419.

Ces difficultés du classement des races jaunes proviennent d'une double cause que M. de Quatrefages va nous révéler. La première tient au peu de fixité des caractères ethniques dans la race jaune. « Les caractères du type sont ici bien moins accentués que ceux du type nègre. Dans celui-ci, la couleur et la chevelure constituent deux traits faciles à reconnaître, et dont les traces se révèlent même après des croisements assez répétés. En outre, la forme du crâne et la différence des tailles distinguent nettement le Négrito du Papoua, le Négrille et le Boschiman du vrai Nègre africain. Il en est tout autrement pour les Jaunes. Dans les groupes les plus purs, les différences de coloration vont tout au plus du jaune basané au jaune plus ou moins rabattu. Dans ce dernier cas surtout, le moindre croisement rapproche singulièrement ce teint de celui des Blancs proprement dits. Ce même croisement atténue très vite la forme en losange de la face et du crâne, un des traits les plus généraux de la race. On aurait pu espérer que la coupe transversale des cheveux fournirait un caractère distinctif plus persistant; mais la forme de cette coupe chez les Thibétains, par exemple, se confond avec celle que présentent les cheveux des Finnois. Bien plus, les indices crâniens rapprochent quelques-unes des races mongoliques de certains Aryans et Finnois qui se sont bien souvent mêlés à elles. Les principaux caractères distinctifs font donc parfois défaut ou sont d'une appréciation difficile » (1).

La deuxième tient aux mélanges ethniques de toutes sortes qui, s'opérant à travers le temps et l'espace, ont modifié en tous sens le type jaune. Ces mélanges proviennent d'abord des grandes invasions des Jaunes en Europe et de leurs tentatives répétées pour s'y fixer et y fonder des établissements durables. « Mais toujours ils finissent par être vaincus, et, de tous les empires fondés

(1) *Classification des races humaines*, p. 418.

par eux, un seul subsiste aujourd'hui. Toutefois, si ces empires ne figurent plus sur les cartes politiques, les populations qu'ils englobaient n'ont pas disparu pour cela. Les Jaunes qu'amenait la conquête se mêlaient aux Blancs qui survivaient à la guerre. Quand les Blancs reprenaient le dessus, ils n'expulsaient ni ne tuaient tous les Jaunes et leurs métis. Dans ces flux et reflux de conquêtes, Jaunes et Blancs, tour à tour vainqueurs et vaincus, ne pouvaient que se pénétrer réciproquement et engendrer une foule de populations métisses » (1).

Ils sont dus encore aux multitudes de prisonniers faits par les grands conquérants asiatiques. « Qu'ils aient été Toungouses comme Attila, Mongols comme Gengis-Khan et ses fils, ou métis de Jaune et de Blanc comme Timour, ils incorporaient les vaincus dans leurs immenses armées, et brassant les populations et les races, ils les promenaient des confins de l'Asie au cœur de l'Europe, des mers de la Chine à l'Égypte, de la Sibérie au golfe du Bengale. Ils amenaient en outre avec eux d'innombrables esclaves. Après la prise de Samarkand, Gengis-Khan transféra en pleine aire mongolique, par convois de 30 000 et 40 000 hommes, des ouvriers et des artisans de toute sorte. Ces grands mouvements de peuples n'ont pas moins d'intérêt pour les anthropologistes que pour les historiens. A eux seuls, ils éclairent une grande partie de l'histoire ethnologique de l'Asie, et en font comprendre les difficultés. Évidemment les masses humaines, entraînées par ces conquérants barbares, ou transportées hors de leur aire d'habitat, n'ont pu que se mêler et se confondre. Les populations actuelles sont le résultat d'un métissage accompli sur une foule de points et sur la plus vaste échelle ; mais, pour en distinguer les éléments ethniques, il faudrait disposer de matériaux nombreux qui manquent à peu près toujours » (2).

(1) *Classification des races humaines*, p. 412.
(2) *Ibid.*, pp. 413 et 414.

Enfin les Jaunes ont aussi agi les uns sur les autres, et amené la formation de groupes métis réunissant le sang des diverses familles. « Dans l'ouest et jusque dans le centre de leur aire, on trouve des Turco-Mongols, des Toungo-Mongols, des Turco-Toungouses. Les Nogais sont bien probablement le produit du mélange de toutes les races qui ont envahi la Russie méridionale. A l'est, la conquête ou l'émigration a mêlé les Mongols aux Chinois. Dans la vallée du haut Hoang-ho, M. Potanin a découvert plusieurs groupes de populations turques ayant pris en partie les caractères mongols ou chinois, mais ayant conservé néanmoins à un haut degré le cachet de leur type. Une de ces peuplades, les Chara-Yégours, a gardé sa langue » (1).

Ces causes si multiples et si puissantes de modifications dans le type jaune en compliquent singulièrement la caractérisation et la classification, et l'on conçoit que M. de Quatrefages « ne présente le tableau qui résume ses recherches que sous des réserves analogues à celles qu'il a faites à propos de celui des races nègres, et en les accentuant plus encore » (2).

III. **Races blanches.** — Le tronc Blanc ou Caucasique (3) comprend, d'après M. de Quatrefages, quatre branches : 1° la branche Aryane, divisée en deux rameaux Pamiro-Européen et Indo-Européen ; 2° la branche Sémitique, ayant aussi deux rameaux Sémite et Lybien ; 3° la branche Finnique, dont l'unique rameau comprend les familles Sabmi, esthonienne et finnoise ; 4° enfin la branche allophyle, sur laquelle nous allons fournir quelques explications à nos lecteurs.

Le docte professeur du Muséum a passé très brièvement sur les populations qui ont de véritables annales.

(1) *Classification des races humaines*, p. 414.
(2) *Ibid.*, p. 419.
(3) Voir le tableau des races blanches, *ibid.*, p. 456.

Celles qui appartiennent aux branches Aryane et Sémitique sont dans ce cas, et nous n'en dirons rien ici. Mais il a « insisté davantage sur celles qui n'ont aucune histoire, et que quelques personnes pourront être surprises de voir rattacher au tronc Blanc. » On comprend qu'il s'agit, dans ces lignes, de la *branche allophyle*, dont nous allons préciser la nature et l'importance.

« Prichard, dit M. de Quatrefages, frappé des rapports géographiques et ethnologiques qui unissent l'Europe et l'Asie, a considéré ces deux parties du monde comme formant une seule région anthropologique, et en partage toutes les populations en trois groupes : 1° les Syro-Arabes; 2° les Indo-Européens ou Iraniens ; 3° les allophyles. De ces trois groupes, le premier répond à la branche sémitique de notre tronc blanc, le second à la branche aryane, le troisième comprend toutes les autres races européennes et asiatiques, depuis les Basques jusqu'aux Chinois et aux Japonais, depuis les Finnois jusqu'aux Dravidiens.

» A l'expression d'*allophyles* que je conserve, je donne une tout autre signification que Prichard. Déjà les Dravidiens et toutes les races jaunes ont dû sortir du groupe complexe admis par le savant anglais. Je crois devoir en retirer aussi les populations finnoises. Mais après ces éliminations, on se trouve en présence de petits groupes ethniques parfois bien distincts, que rien, dans l'état actuel de nos connaissances, ne relie entre eux, qui n'ont aucun rapport avec les types nègres ou jaunes, qui sont manifestement des Blancs, et qui pourtant semblent encore ne se rattacher à aucune des trois grandes branches du tronc caucasique. Ce sont eux que je réunis sous l'appellation qu'a proposée Prichard, et qui répond à une idée juste. En agissant ainsi, je fais comme les naturalistes, qui énumèrent, sans prétendre les classer, les espèces animales ou végétales que, faute de renseignements suffisants, ils n'ont pu placer dans leurs cadres. La *branche allophyle* n'est donc pas une coupe naturelle, c'est une réunion de

types *incertae sedis*, et elle ne doit être admise qu'à titre provisoire » (1).

M. de Quatrefages a étudié d'une façon toute particulière certaines familles ou certains groupes de cette branche. Il nous en donne la raison : c'est que plusieurs ont joué un rôle ethnologique considérable, et par leurs migrations ont porté le sang blanc jusqu'en Amérique et en Océanie. Les Tchouktchis et les Indonésiens, par exemple, sont dans ce cas ; nous retrouverons du reste ces derniers à propos des races mixtes océaniennes.

Ici, comme exemple de l'influence ethnologique exercée par une population de la branche allophyle, nous nous contenterons de citer la famille Golouche. « Entre le nord de l'Orégon et la presqu'île d'Alaska s'étend une côte creusée de baies, bordée d'îles et de détroits formant une sorte de dédale. C'est là que nous trouvons les populations Koluches... Elles sont loin d'être homogènes ; mais, dans celles qui ont mieux conservé le type fondamental, on retrouve, de la manière la plus nette, les caractères essentiels du type blanc. Les traits se régularisent, la barbe et les moustaches sont bien fournies, le teint, toujours plus ou moins clair, présente parfois une délicatesse remarquable. Je pourrais citer ici bien des témoignages ; je me borne à reproduire les paroles de Dixon : « On par- » vint à engager une femme à se laver le visage et les » mains. Le changement que cette ablution produisit » devint extrême. Son teint avait toute la fraîcheur et le » coloris des laitières anglaises, et l'incarnat de la jeu- » nesse, contrastant avec la blancheur de son cou, lui » donnait un air charmant... Son front était si ouvert qu'on » pouvait y suivre les veines bleuâtres jusque dans leurs » plus petites sinuosités... » Ce dernier détail a son importance, car il atteste une finesse et une transparence de la peau qui ne se rencontrent dans aucune race colorée.

(1) *Classification des races humaines*, pp. 453 et 454.

» La tête osseuse des Koluches présente une assez grande variété de formes. La plupart des crânes que l'on possède rappellent de très près ceux des Toungouses; d'autres se rapprochent des crânes américains brachycéphales, mais il en est aussi de dolichocéphales. Les caractères crâniens comme les caractères extérieurs accusent donc le mélange d'éléments ethniques divers avec la race fondamentale. Mais, à son tour, celle-ci n'a pu que se mêler à d'autres, et on peut même ajouter qu'elle a étendu son influence fort loin. En effet, les idiomes Goloutches présentent fréquemment l'articulation *tl* si commune dans le nahuatl. La composition des mots prête au même rapprochement ; et enfin on trouve, chez les Koluches, un système de numération vigintésimale analogue à celui qui a été signalé au Mexique. De cet ensemble de faits il est permis de conclure que la race dont nous parlons a été pour une part dans la composition des populations mexicaines » (1).

La famille Aïno prêterait à des observations du même genre; un de ses groupes, qui habite l'Indoustan et qui a conservé des mœurs et des croyances extrêmement originales, a fourni à M. de Quatrefages l'occasion d'une monographie très curieuse sur les *Todas* (2) — c'est le nom de cette peuplade de pasteurs.

Pourquoi, dans ce tableau, les Finnois ont-ils été détachés des allophyles et considérés comme une branche à part ? M. de Quatrefages va nous le dire. « Dans mes classifications précédentes, j'avais laissé les Finnois parmi les allophyles. Je crois aujourd'hui (1889) devoir agir autrement et admettre une *branche finnique*. Il est vrai que les populations qui se rattachent à ce type sont loin d'avoir, dans l'histoire de l'humanité, un rôle comparable à celui des peuples aryans ou sémites, mais elles ont exercé une influence ethnologique plus grande qu'on ne

(1) *Classification des races humaines*, pp. 463 et 464.
(2) *Hommes fossiles et hommes sauvages :* X. Les Todas.

l'admet d'ordinaire. Sans doute on ne saurait accepter aujourd'hui la théorie qui attribuait aux Finnois seuls le premier peuplement de l'Europe. Nous savons à présent que les races qui occupèrent notre sol avant l'arrivée des Aryans appartenaient à plusieurs types distincts. Mais on a vu quelle a été l'extension des hommes de Grenelle, dès les temps quaternaires ; on a vu quelles traces ils ont laissées dans les âges suivants. Les races actuelles, que tout rattache à ce vieux type, ont souvent leurs représentants bien loin du pôle ; et jusque dans nos Alpes du Dauphiné on trouve des populations tout au moins extrêmement voisines des Lapons. C'est ce qu'atteste la série des crânes récents, sinon tout à fait modernes, recueillis par M. Hoël dans un ancien cimetière de ces montagnes. Ces crânes présentent jusqu'à cette faible profondeur de la voûte palatine, signalée par Schaaffhausen comme le trait caractéristique de la race laponne. Probablement on reconnaîtra un jour que les brachycéphales de quelques-uns de nos départements du sud-est doivent une partie de leurs caractères à ces Laponoïdes...

» Le rôle des races finnoises est plus évident ailleurs. Dans l'est de l'Europe, dans la plus grande partie du nord et du nord-ouest de l'Asie, c'est surtout par leur intermédiaire que s'est opérée la fusion du Blanc et du Jaune. Les études craniologiques et linguistiques conduisent sur ce point au même résultat.

» Envisagées à ces divers points de vue, les *races finnoises* acquièrent une importance spéciale. Remontant dans le passé beaucoup plus loin que les Aryans et les Sémites proprement dits, elles ont dû mêler leur sang à celui de bien d'autres venues après elles. En tous cas, ne fût-ce qu'à titre d'aînées, on ne peut leur refuser une place à côté de leurs sœurs, quoique le nom de ces dernières soit plus grand dans l'histoire » (1).

(1) *Classification des races humaines*, pp. 454-457.

IV. **Races mixtes océaniennes.** — « Dans les races dont nous avons parlé jusqu'ici, dit M. de Quatrefages, les trois types fondamentaux de l'humanité ont conservé leur pureté au moins sur une grande partie de l'aire dévolue à chacun d'eux. Il en est tout autrement des populations qui vont nous occuper. Ici les types fondamentaux se sont unis de très bonne heure, et l'histoire nous apprend que ces mélanges n'ont fait que se multiplier et s'accroître depuis des siècles. Sous l'influence de diverses circonstances, quelques-uns de ces groupes métis se sont plus ou moins stabilisés et uniformisés. Le nombre de ces populations métisses, les vastes espaces qu'elles occupent, les croisements nouveaux qu'elles ont amenés leur donnent une importance presque égale à celle d'un des troncs de nos races pures » (1).

Le premier des deux grands groupes humains répondant à ces données a pour aire géographique *toute l'Océanie*, moins les îles habitées par les représentants de la race nègre. M. de Quatrefages, à cause de cela, a donné aux races qui le composent le nom de *races mixtes océaniennes;* il en a dressé le tableau à la page 507 de sa *Classification des races humaines*.

Laissant de côté les Japonais, nous y remarquerons deux rameaux bien distincts : le rameau *Malayou*, comprenant toutes les populations malaises, et le rameau *Polynésien*. Comment s'est constituée cette race malaise, dont quelques polygénistes ont voulu faire une espèce à part, quels éléments ont contribué à sa formation? Il est intéressant de le savoir.

Observons d'abord que, « en Malaisie, l'anthropologiste se trouve en présence d'un véritable fouillis de populations qui, loin d'être protégées contre les croisements par leur habitat insulaire, ont dû peut-être à cette circonstance d'être de plus en plus mélangées » (2).

(1) *Classification des races humaines*, p. 504.
(2) *Ibid.*, p. 511.

En effet, dès l'origine, on voit la plupart des archipels malais envahis et peuplés par les Négritos. « Ils ont été les premiers occupants du sol, mais n'ont laissé que peu de traces dans les grandes populations. Ils ont pourtant donné naissance à des métis, parfois plus ou moins mêlés aux envahisseurs » (1).

Après eux sont venus les Indonésiens, « un des rameaux de la branche blanche allophyle qui a joué dans le monde océanien un rôle des plus considérables. Ils semblent avoir atteint de fort bonne heure la plupart des principaux archipels malais, où ils se retrouvent encore, formant des groupes considérables de populations à l'état pur ou presque pur, principalement à l'intérieur de Bornéo, sous le nom de *Dayaks*, et à Sumatra, sous celui de *Battas* » (2).

Mais à leur tour les Indonésiens ont été attaqués et vaincus par les Indo-Chinois, auxquels ils se sont mêlés dans des proportions diverses, et qui sont restés en définitive les maîtres du terrain.

Ainsi les types fondamentaux humains, noirs, blancs et jaunes, se sont rencontrés et succédé en Malaisie. « Lorsqu'une même île en réunit les représentants, ceux-ci forment comme trois anneaux concentriques. Au centre sont les Noirs ; les Jaunes occupent l'extérieur ; les Blancs sont placés entre les deux » (3).

Les Malais, on le voit, sont donc loin d'être une race pure : c'est une population à éléments très multiples encore imparfaitement fusionnés, mais ayant acquis, grâce à un certain concours de circonstances, une uniformité relative, et présentant un type moyen qui peut servir à désigner tout le rameau. « Ils présentent un ensemble de caractères à part que l'on peut rattacher au type jaune adouci par un mélange de sang blanc. L'influence du sang nègre,

(1) *Classification des races humaines*, p. 513.
(2) *Ibid.*, p. 516.
(3) *Ibid.*, p. 520.

presque toujours nulle ou presque nulle, ressort pourtant assez nettement chez quelques rares individus, et s'accuse en particulier par la fuite du menton » (1).

Le second rameau des races océaniennes a été étudié par M. de Quatrefages avec une sorte de prédilection. Nous avons déjà eu l'occasion de le remarquer et de signaler ses publications sur les Polynésiens (2), ce qui nous permettra d'être plus bref ici. Voici, sur cette race si intéressante et si remarquable, ses principales conclusions.

Son origine est asiatique. Tous les faits connus jusqu'ici autorisent à penser que les Indonésiens sont venus du continent asiatique, surtout par Malacca. Sumatra, située à l'extrémité de cette presqu'île, possède encore un centre indonésien pur considérable, ce sont les Battas. Bornéo appartient encore à peu près en entier aux descendants des Indonésiens, les Dayaks, que les Malais n'ont entamés que le long des côtes ; elle a donc dû devenir, ainsi que Sumatra, un grand centre d'émigration.

C'était en effet une race entreprenante et migratrice que la race indonésienne, et l'honneur d'avoir découvert et colonisé la Polynésie jusqu'à ses plus lointains archipels lui appartient en entier. De là son nom. Nous avons déjà raconté ses voyages et noté les principales étapes de sa colonisation ; le lecteur voudra bien s'en souvenir (3).

Ce qu'il importe de remarquer ici, c'est que la race polynésienne, dans ses longs et multiples voyages, est restée relativement pure et remarquablement semblable à elle-même. Ce fait important tient à ce que la plupart des archipels du Pacifique étaient déserts quand elle y aborda pour la première fois. Seules, de rares tribus de Papouas avaient précédé les Polynésiens dans quelques îles, mais en général ces tribus ont été absorbées par les nouveau-venus. Il faut pourtant faire une exception pour

(1) *Classification des races humaines*, p. 522.
(2) Rev. des quest. scient., 2e série, tome II (octobre 1892), pp. 389-393.
(3) *Loc. cit.*

les îles Fidji où le sang papoua est devenu prédominant. Mais partout ailleurs, à la Nouvelle-Zélande notamment, c'est le contraire qui a eu lieu, et, dans un grand nombre de centres, les Polynésiens sont restés à l'abri de tout mélange avec le sang nègre. M. de Quatrefages a donc raison de conclure à la pureté relative de cette race.

« Leurs unions avec des races différentes, écrit-il, n'ont nulle part été assez nombreuses pour masquer leur identité ethnique fondamentale. Celle-ci a été reconnue par les plus anciens explorateurs de leurs vastes domaines, et est de nos jours universellement admise. Seulement les investigations de la science moderne ont mis à jour des différences locales qui devaient d'abord échapper. L'étude du crâne surtout établit entre les groupes occidentaux et les populations orientales une démarcation assez générale et assez tranchée pour mériter d'être inscrite dans la classification. Cette distinction concorde d'ailleurs pleinement avec celle que l'étude de la langue avait déjà fait découvrir à M. Gaussin » (1).

Cette race polynésienne méritait d'autant plus qu'on recueillît pieusement, comme l'a fait le savant professeur, tout ce qui restait d'elle, que « depuis l'arrivée des Européens, le nombre des Polynésiens a diminué partout, par suite du double phénomène d'un accroissement considérable de la mortalité et d'une diminution non moins frappante de la natalité » (2). Elle ne sera bientôt plus représentée que par des métis; mais son histoire aura été conservée, grâce aux recherches de M. de Quatrefages et de ses émules.

V. **Races mixtes américaines**. — Le second des grands groupes qui doivent leur formation à la rencontre et au croisement des types fondamentaux de l'humanité, a pour aire géographique les deux Amériques; de là le nom de

(1) *Classification des races humaines*, p. 537.
(2) *Ibid.*, p. 541.

races américaines. Ici, comme en Malaisie, c'est le sang jaune qui est prédominant. « En somme, dit M. de Quatrefages, l'Amérique actuelle paraît avoir été peuplée, pour la plus forte part, d'émigrants se rattachant de plus ou moins près au *tronc jaune*. Les rapports de tout genre existant entre les indigènes américains et divers groupes asiatiques ont été maintes fois signalés par une foule de voyageurs qui avaient observé chez elles et comparé les deux races. Les anthropologistes européens ont pu, à diverses reprises, reconnaître l'exactitude de ces rapprochements » (1).

C'est à de grandes migrations, semblables à celles dont l'histoire de l'ancien monde fournit tant d'exemples, que le savant professeur attribue cette diffusion du sang jaune dans les deux Amériques, et ces rapports qui unissent quelques races aujourd'hui fort éloignées l'une de l'autre.

« Les conditions géographiques rendent bien invraisemblable que des invasions de ce genre, accomplies par des sauvages, aient pu avoir lieu par tout autre point que l'extrême nord-ouest du continent. Là se trouvent deux routes naturellement indiquées, et dont l'existence a été étrangement oubliée par les autochtonistes absolus, qui ont nié la possibilité du passage d'un continent à l'autre. D'une part, la chaîne formée par les îles Aléoutiennes et la presqu'île d'Alaska présente à des insulaires, toujours familiarisés avec la mer, un chemin évidemment facile. Plus au nord, dans le détroit de Behring, la glace forme tous les hivers une sorte de pont joignant l'Amérique à l'Asie. Ces deux routes ont été suivies » (2).

Mais l'élément jaune n'entre pas seul en ligne de compte dans l'étude des races américaines, et M. de Quatrefages va nous dire d'où proviennent les difficultés particulières à ces peuplades et qui en compliquent singulière-

(1) *Classification des races humaines*, pp. 550 et 551.

(2) *Ibid.*, p. 560. — Sur le peuplement de l'Amérique, cf. *L'Espèce humaine*, pp. 148-158.

ment la classification. « S'il n'est rien moins qu'aisé de débrouiller le réseau des populations malaisiennes, le problème se complique bien plus encore lorsqu'il s'agit des Américains. En effet, en Malaisie, l'élément noir, si facile à reconnaître lorsqu'il est pur, accuse son intervention même après de nombreux croisements. En Amérique, cet élément disparaît de partout, sauf sur un très petit nombre de points extrêmement circonscrits.

» En Malaisie, les deux éléments blancs qui se sont mêlés au jaune se distinguent de celui-ci par l'élongation de la tête. De plus, celui des deux qui a joué le rôle principal, joignant l'hypsisténocéphalie à la dolichocéphalie, se reconnaît par cela-même assez facilement. En Amérique, sauf sur quelques points toujours très restreints, les divers éléments blancs qui ont contribué à former les populations sont habituellement altérés par des croisements ; ils appartiennent en outre à des types secondaires différents. Or, nous sommes mal ou pas du tout renseignés sur les caractères crâniens des races blanches qui se sont croisées sur le sol américain. Nous sommes ainsi privés du moyen le plus sûr d'analyse ethnologique. Les traits, le teint fournissent, il est vrai, des renseignements qui peuvent souvent nous guider. Mais les populations qui se sont ici mêlées aux Blancs sont essentiellement jaunes ; et nous avons déjà dit avec quelle facilité, chez les sauvages sur tout, les teintes de la peau se confondent en pareil cas. On voit combien il doit être difficile de reconnaître le croisement et d'en suivre les résultats » (1).

Ces difficultés et d'autres encore, dans le détail desquelles nous ne pouvons entrer, conduisent M. de Quatrefages à cette conclusion, « qu'il est pour le moment extrêmement difficile, sinon impossible, de formuler une classification quelque peu naturelle des races américaines ..... Dans l'état actuel de nos connaissances, il

(1) *Classification des races humaines*, p. 550.

croit plus sage de se borner à partager cet ensemble de populations en familles aussi naturelles que possible, sauf à laisser à ses successeurs mieux renseignés le soin de grouper ces *familles* en *rameaux*, et peut-être en *branches* » (1). Mais même ainsi réduite, cette classification ne peut être définitive, et elle devra subir de nombreuses corrections. C'est à des découvertes nouvelles qu'il appartient d'éclaircir les rapports ou les différences qui existent entre les diverses peuplades américaines, et c'est au zèle des anthropologistes de l'avenir que M. de Quatrefages en appelle pour ce travail de groupement qu'il n'a pu qu'ébaucher dans son tableau des races mixtes américaines (2).

*
* *

Nous nous étions proposé, en commençant, de faire connaître l'œuvre anthropologique de M. de Quatrefages ; nous croyons avoir tenu notre promesse. L'homme étudié au point de vue de l'*espèce*, avec les diverses questions qui s'y rattachent, a surtout occupé le savant et infatigable professeur. Il a d'abord abordé les grands problèmes qui se rapportent à l'origine, à l'unité, aux instincts migrateurs de cette espèce humaine si nettement caractérisée ; puis il l'a suivie à travers le temps en étudiant les différentes races fossiles, et à travers l'espace en montrant comment les nombreuses races actuelles sont réparties à la surface du globe. Toutes ses solutions, qui ne se présentent pas avec le même degré de certitude, sont appuyées sur des arguments rigoureusement et exclusivement scientifiques.

Nous nous sommes contenté dans ce travail d'*exposer* les opinions proposées, de là l'abondance et la longueur de nos citations : nous ne les regrettons pas, elles sont en

(1) *Classification des races humaines*, p. 563.
(2) Tableau, *ibid.*, p. 565.

effet le plus sûr garant de l'exactitude de notre relation. Il y aurait maintenant à *discuter* plusieurs de ces solutions; on pourrait aussi remarquer combien certaines d'entre elles sont en harmonie avec les *données de l'apologétique chrétienne*. Mais nous craignons d'avoir déjà trop abusé de la patience de nos lecteurs.

Nous nous contenterons de constater que, partout et toujours, M. de Quatrefages nous a présenté l'homme comme un être à qui ses caractères d'intelligence, de perfectibilité, de moralité et de religiosité font vraiment une place à part dans la série des êtres créés. Il veut même qu'un embranchement spécial le sépare de tous les autres, et pour lui il a imaginé le *règne humain*. Qu'on accepte cette division ou qu'on la rejette, il n'en reste pas moins vrai que l'homme a ses manifestations caractéristiques et exclusives, et qu'au lieu de l'incliner vers la terre et de le rapprocher de l'animal, ces manifestations, si rudimentaires qu'elles soient, tendent à l'en séparer et à l'élever plus haut. La pensée qui se dégage de l'œuvre anthropologique du savant professeur est donc éminemment salutaire. C'est celle qu'exprime si bien le poète :

> " Os homini sublime dedit, coelumque tueri
> Jussit, et erectos ad sidera tollere vultus ! "

Abbé D. Le Hir (1).

(1) Nous tenons à remercier publiquement de leur obligeance MM. les bibliothécaires du Muséum, et en particulier M. Malloizel. L'empressement avec lequel ils nous ont communiqué les ouvrages de M. de Quatrefages nous a été fort utile ; de plus ils nous ont fait connaître des documents nouveaux ou ignorés de nous, et dont nous avons profité.

L'INVARIABILITÉ DE LA HAUTEUR DU POLE

OPPOSÉE AUX

VARIATIONS DE LA LATITUDE

La dixième réunion générale de la Conférence géodésique internationale, qui s'est tenue à Bruxelles au mois de septembre dernier, a offert un très grand intérêt par la discussion d'une de ces questions qui sont parvenues à passionner véritablement le monde astronomique tout entier.

La précédente assemblée générale de la Conférence avait voté un crédit de vingt mille francs destiné à couvrir les frais d'une mission scientifique à Honolulu, en vue de déterminer la latitude en ce point, qui est à $11^h\,25^m$ de longitude W. de Berlin, pendant qu'on poursuivrait les mêmes observations de latitude dans cette capitale; on comparerait alors entre elles les variations obtenues de part et d'autre, pour tâcher d'en découvrir la cause, restée fort incertaine dans l'esprit de tous les astronomes.

Cette expédition avait produit les résultats les plus satisfaisants, dont le monde savant était déjà en partie informé par des communications de M. Foerster, l'éminent directeur de l'observatoire de Berlin, aux grandes

académies de l'Europe. On en attendait avec impatience la publication définitive, et la discussion qu'ils devaient soulever dans le sein de la Conférence.

On peut caractériser ces résultats en deux mots : les maxima et minima de latitude constatés à Honolulu suivent une marche absolument symétrique à celle des minima et des maxima constatés à Berlin ; c'est-à-dire que, si les ordonnées de la courbe de Honolulu sont représentées par -25, -20, -15, -10, -5, -0, $+5$, $+10$, etc., les ordonnées correspondantes de la courbe de Berlin le seront par $+25$, $+20$, $+15$, $+10$, $+5$, 0, -5, -10, etc.

Nous sommes obligé de reconnaître que la discussion de ces résultats n'a pas produit de fruits mûrs, et qu'elle est à reprendre, relativement à une question qui figure depuis près de vingt ans à l'ordre du jour, et qui passionne les esprits depuis quatre ans surtout.

Aussi l'assemblée a-t-elle voté un nouveau crédit de trois mille marcks, pensons-nous, *pour la continuation des études sur ce sujet.*

Dans la proposition rédigée par le Bureau de la Conférence, et soumise aux délibérations de l'assemblée, se trouve exprimé un desideratum que nous avons vivement regretté d'y voir figurer. A celui qui est souligné dans les lignes précédentes on a ajouté, en effet (nous ne répondons que du sens) : « en vue de déterminer la position moyenne du pôle astronomique à laquelle il convient de rapporter les latitudes. »

Nous avons demandé, dans l'intérêt de la correction scientifique du vœu qu'allait émettre la Conférence, que ce dernier passage fût supprimé, puisque la position moyenne cherchée est théoriquement connue : c'est le pôle géographique, c'est-à-dire l'extrémité de l'axe du plus grand moment d'inertie principal de la Terre.

Après une longue discussion qui s'est élevée, à ce sujet, au sein de la Conférence, la proposition rédigée par le

Bureau a été votée sans modification aucune. Si l'on était allé aux voix, je doute fort qu'une seule se fût ralliée à la mienne.

On pourra juger, après la lecture du présent article, si nous n'avions pas raison de proposer notre amendement.

La question de la variation des latitudes, telle qu'on l'entend aujourd'hui, a son origine dans une définition nouvelle qu'on a donnée de cet élément.

Au temps de Laplace, et jusqu'en 1844, on admettait que la Terre tourne autour de son axe géographique, et la latitude d'un lieu était la hauteur du pôle (géographique) en ce lieu.

Depuis que Peters a fait voir expérimentalement que ce n'est pas autour de cet axe que tourne la Terre, mais bien autour d'un axe très légèrement incliné sur le premier, on a pensé que c'est à la position de l'axe de rotation qu'on doit rapporter la latitude, et non pas à l'axe géographique.

La latitude, entendue dans ce sens nouveau, est une quantité soumise à des variations dont la période, mal déterminée encore, est celle de la révolution de l'axe instantané autour de l'axe géographique ; et cela, si même la hauteur du pôle, entendue dans le premier sens, est absolument constante.

Il y aurait donc avantage à en revenir à la première définition, si elle est compatible avec une analyse absolument rigoureuse, et ce serait même absolument nécessaire pour pouvoir s'assurer si le pôle (géographique) ne se déplace pas à la surface de la Terre.

C'est donc la résolution d'une question d'analyse qui va décider du choix à faire entre les deux définitions : l'ancienne, celle de la *hauteur du pôle,* la nouvelle, celle de la *latitude astronomique.*

Je conserverai les deux dénominations pour mieux distinguer entre elles les deux définitions ; la latitude géo-

graphique sera donc désignée sous le nom de hauteur du pôle ; la latitude rapportée à l'axe de rotation, sous celui de latitude astronomique.

Abordons cette question d'analyse, mais sans y mêler le calcul.

Les trois équations du mouvement de rotation de la Terre, connues sous le nom d'équations d'Euler, rapportent ce mouvement aux trois axes d'inertie principaux du globe : l'axe géographique est le plus important d'entre eux.

Tous les géomètres, sans exception, ont admis que le mouvement de rotation autour de ce dernier axe est uniforme.

Il ne reste donc plus à déterminer que les mouvements de rotation autour des deux autres axes principaux, ou à intégrer les deux premières équations d'Euler.

Cette intégration introduit deux constantes arbitraires.

Laissons de côté les autres termes que l'on obtient, et qui représentent la précession des équinoxes et la nutation, et ne nous occupons actuellement que de ceux qui renferment ces constantes arbitraires.

Ils indiquent que la Terre, outre son mouvement de rotation uniforme autour de l'axe géographique, est animée d'un mouvement de rotation très faible autour des deux axes principaux perpendiculaires à ce dernier.

Le mouvement résultant de ces trois mouvements de rotation sera une rotation unique autour d'un axe très légèrement incliné sur l'axe géographique, et qu'on appelle l'axe instantané de rotation.

Et les deux constantes arbitraires représentent, l'une, cette inclinaison, l'autre, la position de l'axe instantané à une époque donnée. Ces constantes, étant arbitraires, ne peuvent être déterminées que par l'observation.

J'estime que la première (le coefficient de la nutation initiale) est comprise entre $0''.2$ et $0''.3$, et je dirai plus loin pourquoi les observations des astronomes ont fourni géné-

ralement une valeur beaucoup trop faible pour cette constante ; quant à la seconde, elle n'est pas encore connue d'une manière un peu certaine. Cette incertitude provient de l'ignorance dans laquelle nous sommes relativement à la longueur de la période de révolution de l'axe instantané autour de l'axe géographique, considéré comme fixe.

L'analyse permettrait de calculer très exactement cette durée, si la Terre était solide. Elle l'exprime, en effet, en fonction des rapports des moments d'inertie entre eux, et ces rapports sont bien déterminés, pour une Terre solide, par les constantes connues de la précession et de la nutation.

C'est au moyen de ces données que les astronomes-géomètres avaient conclu à une durée de révolution de 305 jours de l'axe instantané autour de l'axe géographique, et cette durée serait exacte à une fraction de jour près, si la Terre était, en effet, solide.

J'ai admis l'hypothèse contraire ; dès lors, je ne pouvais plus admettre cette période, ni la calculer, faute de données sur l'épaisseur de l'écorce solide de la Terre et sur les lois du mouvement relatif de l'écorce et du noyau. Il ne me restait donc qu'à déduire cette période de l'observation même.

C'est ainsi que je suis arrivé à trouver une période de 337 jours au lieu de celle de 305 jours qu'admettaient les astronomes.

Quoique je sois le premier qui ait révoqué en doute la période de 305 jours, aucun d'entre eux ne semble y avoir pris garde ; et pourtant, tous sont occupés à rechercher une période des variations de latitude supérieure à 305 jours.

Je ne puis attribuer ce silence qu'au parti pris de ne pas s'occuper en astronomie de l'hypothèse de la fluidité intérieure du globe, et à une vue peu nette de la question de la variation des latitudes ; je reviendrai sur cette dernière, et me borne, pour le moment, à constater que la

période de la révolution du pôle instantané autour du pôle géographique, qui serait exactement de 305 jours si la Terre était solide, est notablement plus grande, puisque Chandler va jusqu'à la supposer égale à 423 jours.

J'en conclus que la Terre ne se comporte pas comme un corps solide, et qu'on ne peut plus démontrer mathématiquement l'insignifiance de la nutation diurne, comme on le fait, en se fondant toujours sur les rapports des moments d'inertie de la Terre solide.

Mais je ne m'arrête pas à ce point, qui ne rentre pas directement dans le sujet que je me suis proposé de traiter, et je reprends celui-ci.

Les astronomes donc, ayant constaté, par leurs observations, que la Terre ne tourne pas autour de son axe géographique, mais bien autour d'un axe instantané qui effectue une révolution entière autour du premier, supposé fixe, durant une période de 400 jours environ, ont cru devoir rapporter leurs mesures angulaires à cet axe instantané.

J'ai démontré, à diverses reprises, et avec détail dans un article qui a été publié dans les *Acta mathematica* (Stockholm, 1892), que, ce faisant, les astronomes se sont mis en contradiction avec leurs définitions fondamentales, celle du méridien et celle de l'heure.

Pour déterminer l'heure, il faut un méridien fixe : tel est celui qui passe par l'axe géographique ; il faut un mouvement de rotation parfaitement uniforme : tel est le mouvement autour de l'axe géographique. Cet axe répond donc parfaitement à la définition de l'heure.

Le méridien instantané, au contraire, n'est pas fixe, et le mouvement autour de l'axe instantané n'est pas rigoureusement uniforme. La définition de l'heure, dans le système de l'axe instantané, est donc impossible.

Première raison pour rejeter l'axe instantané comme axe de référence.

Mais, objecteront les astronomes, puisque vous recon-

naissez que la Terre ne tourne pas autour de son axe géographique, de quel droit choisissez-vous quand même celui-ci comme axe de référence ?

C'est bien là, en effet, le fond du débat.

Et je vais démontrer que j'ai non seulement ce droit, mais que, si je veux correctement faire usage de formules correctes, je ne puis me dispenser du choix de l'axe géographique.

C'est toujours la même question d'analyse, signalée dès le début de cet article, qui va trancher la discussion.

Les équations d'Euler, ai-je dit, donnent, par leur intégration, les formules du mouvement de rotation de la Terre autour de ses trois axes principaux.

Comme aucun de ceux-ci n'est fixe dans l'espace, l'analyse est obligée de rapporter leur position à trois axes rectangulaires absolument fixes, que j'appellerai les axes du Ciel ; et ses formules lui permettent, en effet, de déterminer cette position.

Ces formules donnent donc, à chaque instant, la position des trois axes principaux de la Terre par rapport à trois axes fixes du Ciel ; et, en particulier, la position de l'axe géographique par rapport à ces axes fixes.

Les variations de cette position sont ce que l'on appelle le mouvement de nutation de l'axe du monde, entendu dans son sens le plus général, c'est-à-dire en y comprenant la précession, la nutation initiale, dont j'ai parlé en détail ci-dessus, la nutation diurne, dont je ne m'occupe pas ici, enfin la nutation annuelle, la seule que les astronomes fassent entrer, avec la précession, dans leurs formules, et que je qualifie de ce nom pour la distinguer des deux autres.

Or, sans m'inquiéter en aucune façon autour de quel axe tourne la Terre, ne suffit-il pas que je connaisse à chaque instant la position de ses trois axes principaux par rapport à trois axes fixes du Ciel, pour que le problème du mouvement de rotation de la Terre, et, en

particulier, celui de la nutation de son axe géographique, soit entièrement résolu ?

Ceci est de toute évidence.

Mais on peut corroborer cette évidence même par un argument auquel on est étonné que les astronomes-géomètres n'aient pas songé.

Leurs formules donnent les expressions du mouvement des trois axes principaux de la Terre par rapport à trois axes fixes du Ciel.

Or, sans changer un iota à ces formules, on peut prendre les premiers axes comme fixes, et les seconds comme mobiles, introduisant ainsi, en analyse, un artifice dont on fait forcément usage dans l'observation, où l'on considère la Terre comme fixe et le Ciel comme mobile.

Dès lors, c'est le pôle géographique qui est le point fixe de référence ; il détermine le méridien, également fixe, et celui-ci permet de définir l'heure d'une manière absolument correcte, puisque le mouvement de rotation de la Terre *autour de son axe géographique* est uniforme. L'écliptique et l'équinoxe seront mobiles, et affectés des mouvements de précession et de nutation dont nous venons de parler, ainsi que du mouvement diurne du Ciel.

Il en sera de même de toute étoile fixe. Et l'astronomie pourra rapporter les positions de celle-ci aux trois axes principaux de la Terre au moyen des formules connues, auxquelles elle devra ajouter la nutation initiale (sans parler de la nutation diurne), puisque, comme il vient d'être dit, le Ciel est soumis au mouvement de nutation complet déterminé par les équations d'Euler.

Sans doute, il est possible à l'analyse de prendre le pôle instantané comme point de référence, et d'éviter ainsi de tenir compte de la nutation initiale.

Mais, outre le vice radical dont est entaché ce choix, puisqu'il est en contradiction avec la définition même de l'heure, il a d'autres inconvénients encore. Le très petit écart des deux axes entraîne fatalement des négligences

dans le calcul de réduction des formules d'un axe à l'autre, et ces négligences sont avouées par Oppolzer, le seul astronome-géomètre qui ait fait usage de l'axe instantané.

Indépendamment de celles-ci, il en est d'autres encore qui proviennent de ce que, tout en prenant l'axe instantané comme axe de référence, il se sert néanmoins des formules des géomètres, qui se rapportent toutes à l'axe géographique, négligence très faible encore, vu la très faible inclinaison des deux axes. Mais, comme je le dis dans l'article cité des *Acta mathematica*, « de négligence en négligence, que deviendrait donc l'exactitude mathématique que l'on est en droit d'exiger, autant qu'elle peut être atteinte, des formules de la mécanique céleste, de celles surtout qui sont relatives à l'invariabilité du jour sidéral? »

Il y a donc des motifs graves de ne pas choisir comme axe de référence l'axe instantané : aussi aucun géomètre n'a suivi ni ne suivra Oppolzer dans cette voie.

Le choix de l'axe géographique, au contraire, s'impose par la rigueur qu'il apporte dans les formules, par son harmonie complète avec les définitions capitales de l'astronomie, et par son adaptation au procédé suivi par l'analyse dans l'étude du mouvement de la Terre, ainsi qu'au procédé suivi par les astronomes dans leurs observations.

La conséquence, je l'ai déjà dit, est qu'il faut ajouter aux formules employées par les astronomes, et qui sont rapportées à l'axe géographique, la nutation initiale qui lui appartient également, et qu'ils négligent d'introduire par la raison qu'ils veulent prendre pour axe de référence l'axe instantané, négligence dont je viens de démontrer les multiples inexactitudes.

Nous avons signalé ci-dessus l'incompatibilité absolue qui existe entre le point de vue d'Oppolzer et la définition la plus capitale de l'astronomie, celle de l'heure.

Une autre inconséquence très grave a été moins remarquée encore.

Les astronomes, et même les géomètres qui se sont occupés de la question, ont circonscrit le débat en ne le faisant porter que sur un seul point : la définition de la latitude ; et ils semblent croire que tout est dit lorsque cette définition est posée.

Il n'en est pas ainsi.

La définition de la latitude est corrélative à celle du pôle, soit astronomique soit géographique ; à cette définition correspond celle de la déclinaison, qu'on rapportera, soit au pôle astronomique, soit au pôle géographique. Jusqu'ici, la négligence commise dans l'adoption du premier, comme point de référence, est insignifiante.

Mais la déclinaison n'est pas la seule coordonnée d'une étoile.

L'ascension droite doit être définie également.

Or, pour celle-ci, les astronomes ne touchent pas, soit pour cause, soit inconsciemment, à l'ancienne définition, qui la rapporte, comme l'heure, au méridien géographique, donc au pôle géographique.

Mais de là résulte une grave incorrection dans les formules dont ils font usage en ascension droite.

Si celle-ci pouvait se définir par rapport au méridien astronomique (chose impossible, les astronomes en conviendront), les formules dont ils font usage devraient être mises en harmonie avec cette définition.

Mais non : ils se servent des formules calculées pour le pôle géographique, et négligent toutefois d'introduire la nutation initiale de ce pôle, s'imaginant à tort que cela suffit pour que les formules soient rapportées au pôle astronomique, ou bien déclarant que, vu la distance très faible qui sépare les deux pôles, ils les regarderont comme coïncidant ensemble.

Il n'y a qu'une façon d'être rigoureux et d'éviter les difficultés insurmontables du point de vue d'Oppolzer : c'est de prendre comme point de référence le pôle géographique, et, par conséquent, d'ajouter aux formules usitées

par les astronomes, la nutation initiale de ce pôle, que Laplace et ses successeurs (Poisson, Peters, Serret, Tisserand) ont négligée à cause de sa prétendue insignifiance.

Or la nutation initiale, qu'il faudra ajouter à la déclinaison calculée par les astronomes, est égale et de signes contraires pour deux lieux situés à 180° de distance en longitude.

Mais la latitude d'un lieu, déterminée par l'observation de la hauteur d'une étoile, dépend de la déclinaison de celle-ci, au moyen de la simple relation : latitude = distance zénitale + déclinaison.

Si l'on calcule la déclinaison, comme les astronomes le font, en négligeant la nutation initiale, on obtiendra ce que j'ai appelé la latitude astronomique : latitude astronomique = distance zénitale + déclinaison astronomique, en appelant déclinaison astronomique la déclinaison ainsi calculée.

Pour avoir la hauteur du pôle (géographique), on doit écrire :

Hauteur du pôle = distance zénitale + déclinaison astromique + nutation initiale.

Par suite : latitude astronomique = hauteur du pôle — nutation initiale.

Si donc, comme je le pense, la hauteur du pôle est constante, la latitude astronomique sera variable à raison du terme de la nutation initiale, dont la période est de 400 jours environ.

Et elle variera en sens inverse en deux lieux distants de 180° en longitude, puisque la nutation initiale est, le même jour, égale et de signes contraires en ces deux lieux, comme je viens de le dire.

Ces variations égales et contraires ont été constatées par les observations de latitude faites simultanément à Berlin et à Honolulu, tandis que des variations identiquement les mêmes ont été constatées à Berlin, à Prague, à Strasbourg et à Poulkova, lieux dont les différences de longitude ne sont pas bien sensibles.

Il semble donc que ces variations de latitude proviennent simplement de ce que les astronomes négligent d'ajouter la nutation initiale à la déclinaison calculée.

Comme criterium, il faut qu'en faisant cette addition, on trouve une hauteur du pôle très sensiblement invariable.

La difficulté est que les deux constantes arbitraires qui entrent dans l'expression de la nutation sont, pour ainsi dire, encore absolument inconnues; on ne peut donc que chercher à les déterminer par les observations de latitude elles-mêmes.

Mais une difficulté, plus grave encore, vient se greffer sur la première.

L'introduction de la nutation initiale n'exige pas seulement celle des deux constantes arbitraires, mais encore la connaissance de la période du mouvement de l'axe instantané autour de l'axe géographique, période communément désignée par les astronomes sous le nom de *période de la variation des latitudes*.

Comme je l'ai dit, j'ai, le premier, révoqué en doute la période de 305 jours (1), calculée par les astronomes pour une Terre solide, et j'en avais trouvé une de 337 jours, en comparant les déterminations fort simples que j'avais faites des constantes de la nutation initiale avec celles de Peters, de Nyrén et de Downing.

Le procédé que j'ai suivi est fondé sur ce principe que la nutation initiale, qui est, le même jour, égale et de signes contraires pour deux lieux qui diffèrent de 180° en longitude, l'est aussi, tout naturellement, pour deux passages consécutifs, supérieur et inférieur, d'une même étoile au méridien. En sorte que les coordonnées de cette étoile, observée dans le méridien, doivent différer, dans ces deux observations, du double de la nutation initiale.

Mais pour que ce procédé donne des résultats exacts, il faut nécessairement que les observations aient été faites

(1) *Annuaire de l'Observatoire royal* pour 1891, pp. 272 et suiv.

dans le méridien géographique, ou réduites à ce méridien ; et, malheureusement, ce n'est généralement pas le cas, les astronomes ayant l'habitude de déterminer leur méridienne d'après les ascensions droites observées de la polaire, et réduites abstraction faite de la nutation initiale.

Pour les déclinaisons, cet inconvénient est presque nul; mais il y a les erreurs inévitables de réfraction.

Il faudrait donc des observations en ascension droite, contrôlées par des mires bien stables à grande distance, que l'on pût considérer comme des repères fixes, pour pouvoir déterminer sûrement la nutation initiale par les différences observées entre deux passages consécutifs, supérieur et inférieur, d'une même étoile. Les observations dont on peut actuellement faire usage donneront nécessairement une valeur trop petite pour cette nutation.

Comme il s'agit ici d'un point qui a une haute importance dans la pratique des observations méridiennes, on nous permettra d'y insister quelque peu.

Le pôle astronomique, avons-nous dit, décrit en 400 jours environ un tour entier autour du pôle géographique, supposé fixe, sur un cercle d'un rayon approximativement égal à 7^m.

Prenons pour origine du temps le jour même où le pôle astronomique se trouve sur le méridien (géographique) du lieu de l'observation, en deçà du pôle géographique.

Après cent jours, il sera arrivé à sa plus grande digression orientale, c'est-à-dire qu'il sera à 7^m de distance du pôle géographique dans un sens perpendiculaire au méridien, à l'E. de celui-ci.

Après deux cents jours, il sera revenu dans le méridien, au delà du pôle géographique.

Après trois cents jours, il aura atteint sa plus grande digression occidentale.

Après quatre cents jours enfin, il aura repris sa position primitive.

Ainsi, tandis que le méridien géographique est fixe, le méridien astronomique oscille autour de celui-ci, se transportant en deux cents jours de l'ouest à l'est, puis de l'est à l'ouest pendant les deux cents jours suivants.

Et c'est pourquoi le méridien dont les astronomes font usage, suivant la définition d'Oppolzer, est en contradiction avec la définition de l'heure, qui exige un méridien absolument fixe.

Comme ils se sont servis des formules d'Oppolzer, ou, plus exactement, comme ils ont négligé de tenir compte, dans les leurs, de ce déplacement du pôle astronomique, c.-à-d. de la nutation initiale, il en résulte qu'ils ont chaque jour déterminé un méridien différent de celui de la veille, et qu'en rapportant la direction de ce méridien à celle d'une mire bien fixe, ils ont attribué à cette mire, en sens inverse, les déplacements du méridien.

Ces déplacements apparents des mires seront naturellement d'autant plus sensibles que le lieu de l'observation sera plus rapproché du pôle (1), comme on peut le constater par l'observation des mires de Poulkova.

Ceci ne veut pas dire que les astronomes méconnaissent le déplacement du pôle astronomique. Ils ne l'ignorent pas, mais ils pensent qu'ils ne peuvent faire autrement que de rapporter leurs formules à ce pôle, quitte à déterminer ultérieurement la position moyenne de celui-ci, agissant, dans la recherche du méridien, de même que dans celle de la latitude, où ils veulent aussi déterminer la position moyenne du pôle astronomique, comme s'ils ignoraient qu'elle n'est autre que le pôle géographique. C'est ainsi qu'on trouve dans leurs travaux les expressions de latitude actuelle, que j'appelle latitude astronomique, et de latitude

(1) En traçant autour du pôle géographique le petit cercle décrit en quatre cents jours par le pôle astronomique, et en plaçant, sur le même rayon, deux points à des distances différentes de ce dernier pôle, on verra immédiatement que l'angle compris entre le pôle géographique (mire) et le pôle astronomique, quelque position que celui-ci occupe, sera le plus grand pour le point le plus rapproché.

moyenne, qui est la latitude géographique ou la hauteur du pôle.

Il est bien évident que, si les observations étaient exactement faites dans le méridien astronomique, et les formules rigoureusement rapportées au pôle astronomique, il ne devrait pas y avoir de différence entre les ascensions droites observées à deux passages consécutifs, supérieur et inférieur, d'une même étoile.

Mais ni l'une ni l'autre de ces conditions ne sont réalisées.

En fait, les astronomes cherchent autant que possible à observer dans un méridien fixe, qui est le méridien géographique, et les formules dont ils font usage sont celles qui se rapportent au pôle géographique, à part qu'ils négligent sa révolution diurne autour du pôle astronomique, c'est-à-dire la nutation initiale, qui est égale et de signes contraires dans deux passages supérieur et inférieur consécutifs d'une même étoile.

S'ils ne la négligeaient pas, ils trouveraient donc une différence entre les ascensions droites observées à ces deux passages.

Et c'est, en effet, par celles que j'ai trouvées dans les observations faites par F. W. Struve à Dorpat en 1823-24-25, que j'ai pu déterminer la nutation initiale.

Ces trois années m'ont fourni des nombres très concordants, quant à la position du pôle astronomique, mais trop faibles quant à sa distance au pôle géographique, par les raisons que je viens d'exposer.

La concordance de mes déterminations avec celles de Peters (1842), Nyrén (1850) et Downing (1872) était tellement belle, en admettant une période de 337 jours, que je ne pouvais guère douter de l'exactitude de celle-ci.

Et cependant elles n'ont pas fourni des résultats satisfaisants dans l'application que j'en ai faite à d'autres observations.

Alors je me suis pris à douter de ma période de

337 jours, et à rechercher directement cette période dans les observations de la latitude de Poulkova.

Cette recherche m'a conduit à admettre une période de 400 jours environ; Chandler en avait trouvé une de 423 jours.

Une période de 398 jours faisait concorder la détermination que j'ai faite pour 1824, avec celle de Peters pour 1842 et de Downing pour 1872. C'est donc celle que j'ai adoptée.

Introduisant alors les deux constantes arbitraires dans l'expression des latitudes (astronomiques) calculées par le professeur Albrecht au moyen des observations de Honolulu, pour en déduire la hauteur du pôle, j'ai trouvé que les écarts des valeurs individuelles de celle-ci d'avec la moyenne sont compris entre $\pm$ 0″.07, tandis que les latitudes *astronomiques* données par le professeur Albrecht s'en écartent, à tout le moins, de $-$ 0″.25 au mois d'avril et de $+$ 0″.30 au mois d'octobre (1).

La grandeur de la nutation initiale, c'est-à-dire l'angle compris entre l'axe instantané et l'axe géographique, a été trouvée par moi égale à 0″.29. Comstock avait trouvé 0″.26 pour la même grandeur, désignée simplement par lui comme le facteur de la variation annuelle de la latitude.

L'accord entre ces deux valeurs est très satisfaisant, et il semble que la nutation initiale soit trois fois plus grande environ qu'on ne l'a supposé jusqu'à présent.

Il semble aussi que la hauteur du pôle de Honolulu est bien constante ; car les très faibles écarts que j'ai signalés, et qui ne présentent plus de caractère systématique un peu accentué, peuvent fort bien provenir de légères erreurs commises dans la détermination du lieu moyen des étoiles ou dans leur réduction au lieu apparent, réductions dans lesquelles, naturellement, il n'a pas été tenu compte de la

(1) Cfr *Bulletin de l'Académie royale des sciences* de Belgique, 3e série, t. XXIV, et *Annuaire de l'Observatoire royal* pour 1893.

nutation diurne, qui n'est guère mieux connue que la nutation initiale, et qui est, en tous cas, moins importante, et par sa grandeur, et par sa période.

La hauteur du pôle de Berlin se trouverait, naturellement, aussi constante que celle de Honolulu, puisqu'on a constaté des variations de la latitude *astronomique* égales et de signes contraires en ces deux lieux, comme elles doivent l'être du chef de la nutation initiale. Mais nous n'avons pas vu, encore, le calcul définitif des observations de Berlin.

Il n'est donc pas douteux que le pôle géographique ne soit bien cette position moyenne du pôle instantané, à la recherche de laquelle les astronomes ont dépensé tant d'efforts, de temps et d'argent, non pas en vain, du reste, puisque c'est grâce surtout à cette recherche que l'astronomie future sera édifiée sur la grandeur et l'expression de la nutation initiale, et sur la nécessité de l'introduire dans les réductions de la manière que nous avons indiquée.

Les développements qui précèdent paraîtront limpides à tous ceux qui ont eu une idée un peu nette de la théorie de la rotation des corps solides, ne l'eussent-ils jamais appliquée à l'astronomie.

Sans vouloir supposer que les astronomes, en général, ne comprennent pas que la question de la variation des latitudes et celle de la nutation initiale sont tellement connexes, que j'irais presque jusqu'à affirmer que ce n'est qu'une seule et même question, je dois constater, cependant, que bien peu semblent reconnaître, que presque aucun surtout n'affirme cette connexion.

On a même été jusqu'à imaginer un certain nombre d'hypothèses pour expliquer ce que l'on croyait être des variations réelles de la hauteur du pôle : comme l'accumulation des neiges au pôle pendant l'hiver, d'où pourrait résulter un déplacement de l'axe d'inertie, c'est-à-dire du pôle géographique, qu'on a, heureusement, évaluée à $0''.05$ au maximum ; ou bien l'influence des attractions

luni-solaires sur la forme du globe supposé plastique; mais l'influence de la Lune serait double au moins de celle du Soleil; et, en admettant qu'on puisse l'éliminer à cause de la brièveté de sa période, et qu'on n'ait affaire qu'au Soleil, on ne semble pas avoir fait cette réflexion que l'action du Soleil aurait une période semestrielle et non une période annuelle, surtout pas une période de 400 jours, car cette action serait inefficace sur le déplacement du pôle géographique, si le Soleil était au pôle, de même que lorsqu'il est à l'équateur. Elle ne peut donc pas dépendre de la simple longitude du Soleil, mais bien plutôt de sa double longitude, comme, du reste, son action sur les marées ou sur la nutation de l'axe du monde.

Si je rappelle ces hypothèses, c'est pour établir que les astronomes, considérant comme correct le point de vue d'Oppolzer, et oubliant que, à ce point de vue même, la latitude astronomique devait être variable si la hauteur du pôle est constante, se sont imaginé et peut-être s'imaginent encore que cette dernière aussi serait variable.

Pour risquer une pareille affirmation, qui aboutirait tout simplement au renversement de toutes les bases de l'astronomie, il faudrait, tout au moins, avoir un commencement de preuve.

Celui-ci n'existe nullement dans la variation des latitudes astronomiques, qui doivent varier, en effet, si la hauteur du pôle est constante.

Il ne pourrait se trouver que dans la recherche même, non de la latitude astronomique, mais de la hauteur du pôle.

C'est à cette recherche que nous convions les astronomes, si nous sommes parvenu à leur démontrer l'exactitude de notre point de vue, ou à la critique de notre exposition, dans le cas contraire.

Des variations mêmes de la *latitude astronomique* de Honolulu nous avons déduit une *hauteur du pôle* si sensiblement constante que nul astronome, nous en sommes

convaincu, ne tentera d'y trouver un élément de preuve relatif à la variabilité de cette distance.

Aussi croyons-nous pouvoir opposer avec confiance, jusqu'à preuve convaincante du contraire, la *constance* de la *hauteur du pôle* à la *variation* de la *latitude astronomique*.

FOLIE,
Directeur de l'Observatoire royal de Belgique

DE LA VALEUR OBJECTIVE

DES

HYPOTHÈSES PHYSIQUES

A propos d'un article de M. P. DUHEM.

SOMMAIRE : Préambule. — I. Distinction de deux sortes de théories. — II. Les théories d'explication n'ont pas, en fait, l'usage qu'indiquent les systèmes en discussion. — III. Digression sur les lois physiques. — IV. But véritable des théories. — V. Pouvons-nous connaître la véritable nature des choses ? — VI. Objection mathématique de M. Poincaré. — VII. Le symbolisme détruit la curiosité scientifique. — VIII. Le symbolisme conduit logiquement à l'incohérence. — IX. Utilité des sujétions qu'imposent les théories réelles. — X. Absence de direction, dans le système symboliste, en matière de définitions. — XI. Même absence de direction dans l'édification des hypothèses. — XII. Importance de l'idée de cause dans la construction des hypothèses. — XIII. L'idée de cause en mécanique. — XIV. La vérité des théories, condition de leur fécondité. — XV. Les théories réelles et Copernic. — XVI. Des hypothèses mécaniques. — XVII. De la prétendue stérilité des hypothèses. Exemple de la théorie atomique. — XVIII. Conclusion.

Il y a beaucoup de bonnes choses dans les *Réflexions au sujet des théories physiques* de M. Duhem (1). Analyses pénétrantes, aperçus ingénieux y abondent. Mais le jeune et savant auteur me permettra de le lui dire avec la sympathie que méritent et que m'inspirent son talent précoce

(1) REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, 2e série, tome I, janvier 1892.

et sa remarquable activité: la thèse fondamentale, plus encore, le système général, en est faux. Volontiers je serais tenté d'en dire, *mutatis mutandis,* ce que le P. Gratry, je crois, disait des écrits philosophiques de Hegel : « Ils sont admirables, très instructifs, mais à condition de les lire à rebours et d'en prendre en toute chose le contre-pied. »

« *La science théorique a pour but de soulager la mémoire et de l'aider à retenir plus aisément la multitude des lois expérimentales.* » Telle est, en propre termes, la formule de M. Duhem ; tel est, selon lui, le but suprême des efforts du savant. Oui, vous Galilée, vous Newton, vous Ampère, vous pensiez avoir soulevé un coin du voile qui nous cache les secrets de la nature, vous croyiez avoir entrevu quelques aspects de l'éternelle beauté. Illusion! Vous n'avez dépensé vos veilles et consumé votre génie qu'à élaborer un procédé mnémotechnique.

Cette conception de la science n'est pas particulière à M. Duhem. Avec diverses variantes, nous la rencontrons aujourd'hui chez beaucoup de savants. Il a rappelé lui-même, en s'en séparant sur quelques points, l'opinion d'un mathématicien français que de brillants travaux ont placé de bonne heure au premier rang parmi les maîtres : M. Poincaré s'exprime ainsi dans la préface de sa *Théorie mathématique de la lumière* (1) :

« Les théories mathématiques n'ont pas pour objet de nous révéler la véritable nature des choses; ce serait là une prétention déraisonnable. Leur but unique est de coordonner les lois physiques que l'expérience nous fait connaître, mais que, sans le secours des mathématiques, nous ne pourrions pas même énoncer. »

C'est une idée analogue qu'exprime le célèbre physicien Kirchhoff lorsqu'il ramène la mécanique à la détermination des mouvements sous la forme *la plus simple* (2). Pour lui,

(1) H. Poincaré. *Théorie mathématique de la lumière.* Préface, page 1.

(2) *Vorlesungen über mathematische Physik. Mechanik,* 3e édition, pages 1 et 7.

l'attraction newtonienne n'est qu'une manière plus simple de définir le mouvement que représentent les lois de Képler.

Je la retrouve exposée *ex professo* sous la plume d'un géomètre allemand fort distingué, enlevé naguère par une mort prématurée, Axel Harnack (1). Tout en l'adoptant, Harnack la restitue à son véritable auteur, David Hume, pour qui tout l'effort de la raison n'aboutit qu'à ramener à une plus grande simplicité les règles qui gouvernent les phénomènes particuliers.

Il serait facile de multiplier les citations. Celles-là suffisent.

Ces idées, selon moi, sont destructives de toute science, et je crois important de les réfuter, surtout lorsqu'elles pénètrent dans une revue que ses affinités et son programme sembleraient devoir rendre plus réfractaire à cette invasion du scepticisme. Le mal est donc plus grand qu'on ne l'aurait supposé, plus urgente la nécessité de le combattre.

I

DISTINCTION DE DEUX SORTES DE THÉORIES.

Tout d'abord, il importe de distinguer deux sortes de théories qui me semblent un peu confondues dans le travail de M. Duhem. C'est ce que j'appellerai les théories d'application et les théories d'explication.

Les premières sont celles qui, s'emparant d'une ou plusieurs lois bien établies, en font l'application à des problèmes particuliers. Ainsi, des lois de la réflexion et de la réfraction de la lumière, on tire la théorie des miroirs et des lentilles ou celle de la réfraction atmosphérique ; des lois de Képler, on tire les formules qui font connaître la position d'une planète à une époque donnée ou les

(1) *Naturforschung und Naturphilosophie.* Discours prononcé devant la Société des sciences naturelles de Dresde. Leipzig, Teubner, 1885.

méthodes pour la détermination des orbites d'après les observations.

Ces théories tiennent une place considérable dans la science, la plus grande, sans contredit, quant à l'étendue des développements. Elles ne peuvent donner lieu à aucune discussion : le point de départ est incontesté ; le but, tout pratique, est assigné d'avance ; la méthode, essentiellement déductive et mathématique, est imposée par la nature des données sur lesquelles on opère (1).

Elles ne contiennent pas d'hypothèses, si ce n'est dans le choix des données des problèmes qu'elles abordent : elles reposent, en effet, sur des lois supposées démontrées.

Cependant elles peuvent renfermer ce que j'appellerai des hypothèses *apparentes*. Telle est, en électricité, l'hypothèse des deux fluides. Elle a eu, dans l'origine, un autre caractère ; mais aujourd'hui, personne n'y croit plus ; on la conserve comme une simple formule de coordination qui, lorsqu'on ne sort pas d'un certain ordre de phénomènes, permet de prévoir les faits avec exactitude et de les énoncer commodément. Telle est encore l'assimilation d'un courant électrique à l'écoulement de l'eau dans un tube.

Ces hypothèses rendent aux physiciens un service analogue à celui que les espaces à plus de trois dimensions ou la représentation géométrique des imaginaires rendent aux mathématiciens : fournir des analogies souvent précieuses et surtout un vocabulaire commode pour indiquer en peu de mots des faits analytiques, dont l'énoncé en termes abstraits serait long et compliqué ; quelquefois aussi, permettre de transporter d'une branche de la science dans une autre des raisonnements tout faits.

Ces théories d'application conduisent uniquement à des résultats vérifiables expérimentalement. Les relations

(1) Ce qui n'empêche pas, bien entendu, de recourir fréquemment à l'expérience directe, soit pour contrôler de nouveau les lois prises pour point de départ, soit pour suppléer aux trop fréquentes défaillances de la géométrie.

qu'elles emploient ne contiennent, en effet, étant tirées de l'expérience, que des notions accessibles à celle-ci. La vérification peut être plus ou moins facile; c'est affaire d'ingéniosité et de dépense; mais elle est, en principe, toujours possible.

Si l'on veut bien se reporter à ce que M. Duhem dit *des hypothèses en physique mathématique* (1), on verra que les théories dont nous parlons réalisent exactement le programme qu'il trace sous le nom de *méthode idéale et parfaite*. A elles s'applique aussi sans réserve la phrase célèbre de la préface de Copernic que nous retrouverons plus loin. On ne leur demande, en effet, que de procurer des résultats exacts ; peu importent les moyens. Enfin, ces hypothèses apparentes qu'elles contiennent parfois répondent bien au but indiqué par M. Poincaré : coordonner les lois et souvent en faciliter l'énoncé.

A ce dernier point de vue cependant, il convient de relever une exagération ou une confusion que contient le passage cité plus haut du célèbre analyste. Sans doute il serait impossible d'énoncer les lois *sans le secours des mathématiques,* c'est-à-dire en s'interdisant de parler de sommes, de produits, de puissances, de fonctions et autres relations mathématiques. Mais une loi expérimentale quelconque peut toujours être énoncée sans le secours des « *théories mathématiques* », c'est-à-dire des hypothèses mathématiquement développées, puisqu'elle ne peut être autre chose qu'une relation entre des grandeurs accessibles à l'expérience et, partant, susceptibles d'être définies indépendamment de toute hypothèse. Seulement les hypothèses peuvent permettre de leur donner une forme plus commode.

Mais ce n'est pas de ces théories d'application que traite

(1) Pages 144 et suivantes. Les renvois ainsi formés d'une simple indication de page se rapportent au travail de M. Duhem et à la pagination de la *Revue des questions scientifiques*. Les renvois à un passage du présent article sont faits au moyen du numérotage des chapitres en chiffres romains.

M. Duhem. Il traite de celles qui, s'élevant au-dessus de la science purement expérimentale, ont pour objet, j'emprunte ses termes mêmes (1), de *réunir un ensemble de lois.*

Pour ces théories, les lois ne sont donc plus le point de départ, mais le terme ; il ne s'agit pas d'en tirer des conséquences, mais au contraire de les faire sortir d'une source commune.

C'est précisément ce que j'appelle les théories d'explication, parce que, suivant la notion vulgaire et traditionnelle qui, selon moi, est toujours la bonne, elles ont pour but d'expliquer les phénomènes et leurs lois. Expliquer, trouver la cause ; voilà le mot essentiel que M. Duhem et les savants de la même école évitent soigneusement, mot que j'aurais voulu n'employer que plus tard, après l'avoir justifié, mais sans lequel il m'est vraiment impossible d'exprimer ma pensée.

De semblables théories existent, cela est incontestable. C'est ainsi que ces lois de la réflexion et de la réfraction de la lumière, que tout à l'heure nous appliquions, on s'est proposé de les rattacher, en même temps que d'autres lois des phénomènes lumineux, à une origine commune, et de là sont nées successivement la théorie de l'émission et celle des ondulations ; ces lois de Képler, on les a ramenées à l'existence d'une force attractive. C'est ainsi encore qu'Ampère a relié les propriétés des aimants au moyen de sa théorie électrique, ainsi que les chimistes ont groupé dans la théorie atomique les lois variées qui régissent la composition des corps.

Autant les théories du premier type sont importantes au point de vue des applications de la science, autant celles-ci le sont au point de vue de la science elle-même. Ce sont les véritables théories scientifiques.

Souvent, il faut l'ajouter, elles envahissent un peu le domaine des premières. Il arrive, en effet, que l'hypothèse

(1) Page 141.

dont on a déduit la loi s'identifie tellement avec celle-ci qu'on ne l'en sépare plus dans l'application ; quelquefois c'est par un abus, souvent dans un véritable intérêt pratique. Ainsi, suivant une remarque de M. Mascart, les théorèmes généraux sur les faisceaux de rayons se démontrent souvent dans la théorie des ondulations d'une manière plus directe que dans la théorie purement géométrique, et presque intuitive (1). C'est pourquoi ce savant physicien expose la partie géométrique de l'optique en partant du système des ondulations.

Quoi qu'il en soit, pour se trouver souvent mélangées dans l'exposition, nos deux sortes de théories n'en ont pas moins leur existence propre et distincte.

II

LES THÉORIES D'EXPLICATION N'ONT PAS, EN FAIT, L'USAGE QU'INDIQUENT LES SYSTÈMES EN DISCUSSION.

Quel est le but véritable de ce que je viens d'appeler les théories explicatives, quels en sont les procédés légitimes ; c'est ce que nous avons maintenant à rechercher.

Est-il vrai qu'elles n'aient pour but, comme le veut M. Duhem, que de soulager la mémoire et de l'aider à retenir plus aisément la multitude des lois expérimentales, ou, suivant Kirchhoff, de présenter les phénomènes sous une forme plus simple, ou, suivant M. Poincaré, de coordonner les lois et de donner des formules commodes pour les énoncer ?

Examinons d'abord s'il en est ainsi dans la pratique, si c'est bien là l'usage qui est fait de ces théories.

Pour ce qui est de la simplicité, il faut avant tout s'entendre sur les mots. Si l'on veut dire par là qu'on ramène la question à une conception moins complexe, à un moins

(1) Mascart. *Traité d'optique.* Préface.

grand nombre d'éléments distincts, c'est en effet un des caractères de ce que nous entendons par remonter des effets aux causes. Si l'on parle au contraire de simplification pratique, de simplicité dans les moyens de résoudre les problèmes, c'est le contraire qui a lieu. Sauf de rares exceptions, en effet, les applications ne se font qu'en partant des lois expérimentales elles-mêmes ; le travail nécessaire pour tirer celles-ci des hypothèses ou des causes est un travail supplémentaire qu'on économiserait en supprimant la théorie.

Prenons l'exemple même de Kirchhoff. Remplacer les lois de Képler par l'attraction, c'est sans doute procurer un énoncé plus simple et plus facile à retenir. Mais pour en tirer quelque utilité, il faut savoir résoudre le problème qui permet d'établir ces lois comme effet de cette force ; en fait, ce problème n'est plus aujourd'hui qu'un exercice de cours ; aucun des savants qui s'occupent de la question ne s'avise de le résoudre ; ils recourent tout simplement aux lois. Ainsi, l'attraction, considérée comme un moyen symbolique de représenter les lois de Képler, serait parfaitement inutile. Si donc elle a réalisé un immense progrès, c'est par quelque autre usage. Nous verrons plus loin comment (XII et XIII).

D'une manière générale, remplacer la description des mouvements par l'évaluation des forces qui les produisent, c'est remplacer les équations en termes finis par des équations différentielles. Celles-ci sont en général beaucoup plus simples ; mais les analystes, qui passent leur vie à chercher le moyen d'en tirer les équations finies et n'y parviennent que rarement, goûteront peu cette simplification.

Avec M. Duhem, dont la formule est moins ambiguë, la discussion est encore plus facile. Ce que je viens de dire y répond en partie. Plus évidente serait la conclusion si je prenais une théorie plus complexe. Est-il vrai, par exemple, que la théorie des ondulations soit pour les

physiciens un moyen de retenir les lois expérimentales de la lumière? Mais combien donc y en a-t-il parmi eux qui soient en état de les déduire de cette hypothèse sans recourir à un livre, ou même de comprendre ce livre? Dès lors, livre pour livre, n'est-il pas plus avantageux, s'ils n'ont pas les lois gravées dans la tête, de recourir tout simplement à celui qui leur en fournira directement l'énoncé? Un aide-mémoire serait la meilleure des théories.

Quant à la formule de M. Poincaré, elle a, ce me semble, le tort de s'arrêter à moitié chemin. Je laisse de côté les facilités que les théories donnent pour l'énoncé des lois, but évidemment accessoire et qui, bien souvent, n'est pas réalisé. Quant à coordonner les lois, il est certain que c'est l'un des objets des théories. Mais est-ce le seul? Est-ce même un but véritable et final, un but, surtout, digne des efforts immenses qu'ont absorbés les théories physiques? Évidemment non. On coordonne pour arriver à autre chose. Or, si cet « autre chose » n'est ni de simplifier la solution des problèmes, ni de soulager la mémoire, que reste-t-il donc, sinon de le trouver dans les théories elles-mêmes et dans la vérité qu'elles cherchent à découvrir?

III

DIGRESSION SUR LES LOIS PHYSIQUES.

Remarquons à ce propos, et ceci ne sera pas inutile pour notre objet, une erreur analogue qui se commet bien souvent au sujet des lois. On les représente quelquefois comme ayant pour but de réunir sous une formule facile à retenir un grand nombre de faits d'expérience. Tel n'est pas leur objet, ou du moins leur objet principal. En effet, à part quelques lois très simples, comme la loi de Mariotte ou celle de la dilatation des corps, il est rare qu'elles servent à retrouver les faits observés eux-mêmes : il est plus commode de rechercher ceux-ci, soit directement dans les

tableaux des expériences, soit dans des tables calculées à cet effet.

L'utilité des lois, au point de vue pratique, est tout autre et beaucoup plus considérable. Elles servent à généraliser les résultats de l'observation en les étendant à des cas sur lesquels celle-ci n'a pas porté directement. Bien plus, elles fournissent une forme de relation qui survit aux résultats numériques des expériences, alors que ceux-ci, par les progrès de l'art d'observer, sont devenus insuffisants et ont fait place à d'autres. Enfin, les relations qu'elles mettent en évidence comportent une foule de conséquences et d'applications qu'il serait impossible de tirer directement des faits observés.

Un exemple rendra ceci plus clair. Nous le demanderons, et ce ne sera pas la dernière fois, à l'astronomie : c'est la plus achevée des sciences physiques, et sa simplicité, sa certitude sont précieuses dans toutes les questions de philosophie scientifique.

Les lois de Képler ont été tirées des observations de Tycho-Brahé; mais elles ont une bien autre portée que celle d'une simple formule permettant de retrouver ces observations. Ces planètes, que Tycho avait observées pendant quelques années seulement, elles ont aussitôt permis d'en déterminer les positions pour des époques très éloignées dans le passé et dans l'avenir. Plus tard, on a pu les appliquer à des planètes dont ni Tycho, ni Képler n'avaient soupçonné l'existence; les comètes elles-mêmes s'y sont pliées. En outre, elles ont suivi, jusqu'à une certaine limite où elles tombent en défaut (1), la précision des observations, et ont permis aux modernes de calculer les positions des astres avec une exactitude incomparablement supérieure à celle des observations de Tycho.

Ce n'est pas tout. Ces observations ne donnaient que des positions apparentes à la surface de la sphère céleste.

(1) A cause des perturbations planétaires.

Les lois de Képler donnent des positions réelles dans l'espace; elles permettent, par exemple, de connaître la distance de deux planètes et de calculer le temps que la lumière emploie à venir de Jupiter à nous; elles ont donné à Gauss et à Olbers le moyen de déterminer les éléments des orbites. Ces solutions et bien d'autres étaient, si l'on veut, contenues virtuellement dans les observations de Tycho-Brahé, mais elles ne pouvaient s'en déduire par voie de continuité, par une sorte d'interpolation ou d'extrapolation. Il fallait, par une induction puissante, en extraire d'abord les lois. Après Képler, elles devenaient ou évidentes ou relativement faciles.

Mais cette utilité pratique des lois, quelque grande qu'elle soit, est bien loin d'être leur seul rôle dans la science; elle n'est même pas, au regard de celle-ci, leur principal mérite.

Un mérite d'un ordre bien plus élevé réside dans leur beauté propre, dans l'ordre qu'elles nous révèlent au sein de la nature. On se rappelle en quels termes lyriques Képler a peint l'ivresse que lui inspira la découverte de sa troisième loi : *Nihil me retinet, lubet indulgere sacro furori*... (1). Ses contemporains, je parle de l'élite capable de le comprendre, durent éprouver aussi une joie bien vive lorsque toute cette splendide législation du ciel leur fut révélée, et aujourd'hui, que trois siècles tantôt l'ont rendue banale, l'esprit contemple toujours avec une profonde satisfaction la belle ordonnance de ces mouvements.

Et pourtant, il était dans la destinée de Képler de n'être qu'un précurseur ! Au-dessus de l'admiration qu'elles inspirent par elles-mêmes, une plus haute fortune était réservée à ses lois, à savoir l'honneur de servir de base à la théorie de l'attraction universelle.

(1) Préface du 5e livre des *Harmonices mundi*.

IV

BUT VÉRITABLE DES THÉORIES.

On ne peut le contester : le principal titre de Képler à notre reconnaissance est d'avoir enfanté Newton. Le dernier et le plus grand mérite des lois physiques est de se fondre dans une belle théorie. Cela peut être moins évident pour des théories moins achevées et moins parfaites ; mais, quand on veut bien y réfléchir sérieusement, je le répète, cela ne peut être contesté.

Qu'est-ce à dire, sinon que les théories l'emportent sur les lois autant que les lois l'emportent sur les faits. Et bien loin qu'elles soient faites pour les lois, pour les coordonner et surtout pour les remémorer, ce sont au contraire les lois qui sont faites pour les théories, qui en sont avant tout la matière première et dont le rôle essentiel dans la science est de les engendrer et de s'y perdre.

Par là se trouve franchie la dernière étape dans la marche de l'esprit vers la connaissance : des phénomènes à leurs relations, des relations aux causes. La science, pour tout cela, n'a pas dit son dernier mot : les causes constatées deviennent des faits, matière de nouvelles lois et de théories plus profondes. Mais les trois degrés se retrouvent dans chaque phase de ce progrès indéfini.

Nous avons assigné aux lois trois fonctions dans la science et trois sortes de mérites : leur utilité pratique, leur beauté intrinsèque, la génération des théories. Pour ces dernières, qui sont le terme ultime de la science, qui occupent le sommet de la hiérarchie, il n'existe rien d'analogue à cette troisième fonction, mais les deux autres se retrouvent. Les théories ont leur utilité et elles ont leur beauté.

Cette beauté, qui consiste dans l'harmonie qu'elles mettent en évidence entre les lois, dans l'enchaînement plus intime des faits qu'elles nous manifestent par la con-

naissance des causes, est incontestablement le mérite essentiel des théories, leur véritable raison d'être et leur attrait pour le savant digne de ce nom. Contempler cette beauté est la plus haute satisfaction de l'esprit, l'objet essentiel et le but définitif de la science. Et cependant elle est complètement perdue de vue dans les systèmes que je combats. Tout au plus en trouvons-nous quelque trace dans la simplicité mise en avant par Kirchhoff.

Quant à l'utilité elle-même, elle est encore singulièrement méconnue et tronquée dans ces systèmes. J'ai montré, en effet, qu'elle ne se trouve que dans une très faible mesure ou pas du tout là où on voudrait la placer uniquement. Ce qu'elle est en réalité, nous le trouverons par analogie à ce que nous avons rencontré pour les lois : étendre le champ d'application de celles-ci, voir comment il faut les modifier pour les adapter à des conditions différentes, souvent les compléter et les préciser, enfin et surtout, en découvrir de nouvelles en poursuivant dans des phénomènes jusque-là inexplorés ou même inconnus l'effet des causes qu'elles ont fait découvrir, ce sont là assurément des résultats bien autrement importants que le soulagement de la mémoire. Si des résultats de cet ordre peuvent être obtenus, et c'est un fait qu'établit aisément une revue sommaire de toutes les théories de quelque importance, de quel droit voudrait-on les reléguer au second plan et dire qu'ils ne sont pas, dans l'ordre pratique, le but principal des théories ?

Il est vrai, comme je l'ai dit tout à l'heure, que l'ordre idéal, l'ordre esthétique, si l'on veut, l'emporte aux yeux du savant sur l'ordre pratique. En ce sens, mais en ce sens seulement, bien différent du sien, je puis concéder à M. Duhem que la découverte de nouvelles lois n'est pas le but principal des théories.

Or cette beauté et cette fécondité des théories exigent l'une et l'autre que celles-ci soient, au moins dans une certaine mesure, conformes à la nature et qu'elles se pro-

posent cette conformité ; elles reposent en outre très directement sur l'introduction de la notion de cause. Cette notion, en effet, qui n'a visiblement de raison d'être que si nous poursuivons une réalité et non des symboles, est nécessaire à la satisfaction de l'esprit, et elle est pour lui un guide inestimable dans ses investigations.

Tels sont les points que je me propose maintenant de développer.

V

POUVONS-NOUS CONNAITRE LA VÉRITABLE NATURE DES CHOSES ?

Au sujet de la conformité avec la nature, l'opinion des savants, jusqu'à nos jours, a été, à bien peu d'exceptions près, unanime. Tous se sont proposé la connaissance de la nature comme but de leurs efforts ; tous ont vu dans le perfectionnement des lois expérimentales et dans la découverte de nouvelles lois une preuve de la vérité des théories qui y conduisent, c'est-à-dire de leur conformité avec les choses. Se sont-ils trompés ? N'ont-ils poursuivi qu'une chimère et raisonné que sur une illusion ?

Toute la question se ramène à un point de fait. En sommes-nous réduits, comme le disent M. Poincaré et M. Duhem, à échafauder des relations symboliques, des formules de convention, n'ayant rien de commun avec la réalité que l'identité numérique des résultats ? Pouvons-nous, au contraire, non pas certes pénétrer tous les secrets de la nature, mais en pénétrer quelques-uns ; pouvons-nous acquérir de celle-ci une connaissance, non pas complète et adéquate, mais réelle, nous en former une représentation qui soit vraiment l'image de ce qui existe ? Il est trop évident que si nous le pouvons, nous le devons ; que ce but est alors seul digne de nos efforts et que les théories qui l'atteindront devront l'emporter infiniment sur les autres et en beauté et en fécondité.

Arrivés à ce point, nous ne devrions, semble-t-il, rencontrer d'objections que de la part de deux sortes d'adversaires : les sceptiques, qui n'admettent aucune certitude, ou les idéalistes, qui ne croient pas à la réalité de la matière ; encore ces derniers admettent-ils au moins un ensemble de phénomènes constituant une réalité dont notre esprit est le siège et que nous pouvons connaître. C'est même pour eux, à vrai dire, qu'il y a la plus complète identité entre la nature et la connaissance que nous en avons.

Quoi qu'il en soit, dès qu'on admet l'existence de la matière, la réalité de nos perceptions et leur vérité, c'est-à-dire leur conformité avec la cause extérieure qui les produit, il semble difficile d'assigner une limite quelconque aux connaissances que nous pouvons acquérir sur les phénomènes naturels et sur la structure intime de la matière qui en est le siège.

Un exemple le montrera mieux, et je l'emprunte à une des théories les plus discutées, une théorie à laquelle M. Duhem a consacré un article spécial (1) comme venant particulièrement à l'appui de ses idées, celle de la constitution atomique de la matière. Suivant lui et suivant beaucoup d'autres, cette hypothèse est inutile et stérile, ne répondant à aucune réalité certaine. Nous ne pouvons pas savoir, nous ne devons même pas rechercher si la matière est ainsi constituée. On ne peut attribuer à cette théorie que la valeur d'un symbole, d'une formule de coordination sans rapport intime avec la réalité.

Or je suppose que nous ayons sous la main une masse quelconque, divisée en fragments égaux, un tas de gros sous, par exemple. Si, après les avoir pesés un à un, analysés chimiquement, au besoin, j'affirme que cette matière est composée de morceaux identiques entre eux, on admettra, je pense, que cet énoncé répond à un fait réel,

(1) *Notation atomique et hypothèses atomistiques.* REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, 2e série, tome I, avril 1892.

traduit sous une forme appropriée à la nature de mon esprit, à mes moyens de connaissance. A qui le nie, je réponds simplement : « Ce n'est pas à vous que je m'adresse, nous sortons du domaine de la science, je vous renvoie aux philosophes. »

Supposons maintenant que le même bronze soit à l'état de poussière parfaitement homogène ou que nous passions dans le royaume de Brobdingnag où nos gros sous deviendront poussière impalpable aux énormes doigts des indigènes. Nous reconnaîtrons sans conteste le même métal à l'état solide mais divisé ; quant à l'égalité des parcelles, nous ne pourrons plus la constater en les pesant individuellement, mais la conclusion ne sera guère moins certaine si, en pesant de petites quantités de notre matière avec une balance supposée aussi précise que besoin sera, nous trouvons toujours des multiples d'un certain poids. Elle deviendra indiscutable le jour où, disposant d'un microscope suffisant, nous reconnaîtrons que tous les grains ont même figure et mêmes dimensions ; cette égalité des parcelles, qui pouvait passer jusque-là pour une hypothèse, sera regardée par tout le monde comme un fait.

Si la poussière était renfermée dans une boîte que nous ne puissions ouvrir, nos moyens d'investigation seraient bien plus limités. Pourtant, au son que rend la boîte quand on l'agite, aux sensations tactiles que nous éprouvons, nous pouvons encore reconnaître qu'elle contient un solide en poussière et même en poussière plus ou moins fine, plus ou moins homogène. Est-ce une hypothèse ou un fait? L'un ou l'autre sans doute suivant que l'observateur sera plus ou moins expérimenté, plus ou moins sagace. Que si, dans la boîte, nous pouvons faire pénétrer de l'eau ou des réactifs convenables, il deviendra possible de déterminer la densité et même la composition chimique du contenu ; qui peut même assigner le degré de précision des connaissances qu'une science suffisamment avancée pourrait tirer d'observations purement

extérieures sur la conductibilité thermique ou électrique, sur les mouvements ou les positions d'équilibre que la boîte prendrait dans des conditions variées, sur la sonorité, etc.?

Les conjectures déduites de ces observations constitueront-elles un fait ou une hypothèse? Cela dépendra évidemment de l'état de nos connaissances. En tout cas, nous passerons certainement au fait lorsque, ayant réussi à briser la boîte, nous rentrerons dans le cas précédent.

Eh bien! les observations qui conduisent à la théorie des atomes ressemblent beaucoup à celles que nous pouvons faire sur cette poussière impalpable libre ou renfermée dans une boîte. La vue et le toucher sont en défaut, mais la physique et la chimie nous offrent leurs ressources, et l'indestructibilité des atomes, leur parfaite identité, leur aptitude à se combiner, apportent des facilités spéciales.

Je ne développe pas l'analogie, qui me semble assez évidente, et j'aurai d'ailleurs à revenir sur cette question des atomes. La divisibilité de la matière, l'homogénéité du composé chimique, les lois de la cristallisation, un grand nombre de lois physiques, celles des proportions définies et des proportions multiples et les lois de la chimie en général, ont conduit à cette hypothèse qui, à une époque donnée et pour un esprit donné, peut paraître plus ou moins bien établie, eu égard aux connaissances acquises. Quelque appréciation qu'on forme sur ce point, on ne saurait nous interdire l'espoir de briser un jour l'enveloppe ou de trouver le microscope qui dissipera les dernières hésitations.

En tout cas, ce qui doit paraître évident, si j'ai su me faire comprendre, c'est que, quand j'affirme l'existence des gros sous et quand j'affirme celle des atomes, je formule deux propositions qui ne sont peut-être pas également certaines, mais qui sont également concrètes, qui, l'une et l'autre, ont pour but de traduire un fait naturel et réel, dont l'une pas plus que l'autre n'est un pur symbole, une

construction idéale destinée à relier artificiellement un certain nombre de faits d'expérience. Entre le fait grossier qui tombe immédiatement sous les sens et l'hypothèse la plus subtile, il existe tous les intermédiaires imaginables, et il n'y a aucune limite où l'on puisse me dire au nom de la science : « Tu n'iras pas plus loin. »

En un mot, du fait à l'hypothèse, il y a des degrés de certitude, il n'y a aucune différence de nature.

VI

OBJECTION MATHÉMATIQUE DE M. POINCARÉ.

Mais pour qu'une hypothèse puisse devenir un fait, il faut que les déductions sur lesquelles elle s'appuie soient légitimes. Or M. Poincaré a formulé, au moins pour les hypothèses mécaniques, une objection qui semble applicable *à fortiori* aux théories plus complexes, dans lesquelles on admet un plus grand nombre de données élémentaires : c'est l'indétermination des solutions. Si cette indétermination existe, il est clair que nous ne serons jamais fondés en bonne logique à affirmer l'existence réelle d'une des solutions à l'exclusion des autres.

Se plaçant dans l'hypothèse dynamiste qui ne voit dans la matière que des points inétendus, centres de forces, M. Poincaré montre que, si l'on a réussi à rendre compte d'un phénomène par une certaine combinaison de points et de forces, il existe une infinité d'autres groupements matériels qui, avec des lois de forces convenables, satisferont aux équations du problème (1).

L'indétermination est même, en réalité, bien plus grande encore, car, en sortant de l'hypothèse dynamiste, on étendrait considérablement le champ des solutions. Cependant le raisonnement ne me semble aucunement justifier la

(1) *Électricité et optique*, Introduction.

conclusion décourageante que je citais au commencement : vouloir connaître la véritable nature des choses serait une « prétention déraisonnable ».

L'auteur a déjà fait lui-même en partie la réponse : « Il y a cependant des solutions que tout le monde rejettera à cause de leur bizarrerie, et d'autres que tout le monde préférera à cause de leur simplicité » (1).

Mais il y a plus à dire.

D'abord, ces solutions en nombre infini ne sont pourtant pas quelconques. Elles doivent satisfaire à des conditions communes ; elles doivent, pour toute époque et pour toute valeur des données, conduire à une même valeur de la fonction des forces et de l'énergie cinétique. La détermination de ces deux fonctions est, suivant la remarque de M. Poincaré, la preuve que le problème est susceptible d'une solution mécanique. N'est-ce pas beaucoup que d'avoir fait cette preuve et déterminé ces fonctions? M. Poincaré cite en exemple la théorie de la lumière, qui se fait également bien en supposant la vibration perpendiculaire ou parallèle au plan de polarisation. Chacun admettra que c'est déjà énorme d'avoir réduit la question à ces termes et que, fût-on condamné à ne jamais sortir de cette indécision, on aurait déjà acquis une connaissance très satisfaisante de la nature réelle du phénomène.

Il y a même des solutions qui, bien que différentes au point de vue mathématique envisagé par M. Poincaré, ne seront pas distinctes aux yeux du physicien. C'est ce qui arrivera, par exemple, si, après avoir expliqué un phénomène au moyen d'un certain groupement matériel, on reconnaît que chacun des points de ce groupement peut être remplacé par un groupe secondaire. On en conclura simplement que le phénomène ne nous apprend rien sur les dernières divisions de la matière.

(1) *Électricité et optique*, Introduction, p. xv.

En un mot, le raisonnement de M. Poincaré prouve qu'un phénomène isolé ne peut nous apprendre tout sur la constitution de la matière et sur les forces qui s'y exercent. Il ne nous autorise pas à nier qu'on puisse en tirer aucune conclusion certaine et positive; il admet au contraire une telle conclusion (1).

Je dis : un phénomène isolé. C'est là, en effet, c'est là surtout que gît le point faible du raisonnement. Il ne s'applique qu'à un problème unique envisagé à part. Or, si les problèmes sont isolés dans l'esprit de l'homme, ils ne le sont pas dans la nature. Le nombre des phénomènes que celle-ci nous présente et que la science est appelée à expliquer est infini, je dis rigoureusement infini ; c'est la même matière qui leur sert à tous de support et de milieu (2), et une solution ne sera entièrement bonne qu'à la condition de satisfaire à tous.

Si déjà un phénomène isolé restreint d'une manière très sérieuse le champ des recherches, lui permettant, il est vrai, de s'étendre à l'infini, mais seulement dans certaines directions, on comprend sans peine que la combinaison d'une variété indéfinie de phénomènes permette de circonscrire de plus en plus ce champ dans tous les sens. A

(1) Il n'est guère besoin de raisonnement pour admettre qu'un phénomène particulier ne suffit pas pour déterminer la constitution de la matière. Mais je dois avouer que la démonstration de M. Poincaré me laisse de grands doutes. Je remarque, entre autres choses, un point essentiel qui semble avoir échappé à ce profond géomètre. Il se fonde sur ce qu'on dispose d'un nombre p, aussi grand qu'on voudra, de points matériels et, par conséquent de $3p$ fonctions exprimant leurs coordonnées au moyen des n variables indépendantes q qui figurent dans l'énoncé des lois expérimentales. Mais en éliminant ces variables, il restera $3p-n$ relations auxquelles les coordonnées devront constamment satisfaire; c'est-à-dire qu'on aura un système *à liaisons*. Or, une explication mécanique de ce genre ne doit faire intervenir que des points libres, car il faudrait trouver un mécanisme pour expliquer ces liaisons. Les points seront libres si les $3p-n$ relations se réduisent à des identités. Il n'est nullement évident qu'on puisse toujours satisfaire à cette condition, et, en tout cas, elle restreint singulièrement le nombre des solutions.

(2) Cette assertion n'a rien de commun avec la thèse de l'unité de la matière, qui n'est pas ici en cause. J'entends dire seulement qu'il n'est aucune matière qui ne soit le siège de phénomènes de tout ordre.

l'infinité de solutions que nous trouvions d'abord vient s'imposer une infinité de conditions.

Je me crois donc autorisé à opposer à la thèse de M. Poincaré celle-ci : oui, aucun phénomène ne peut nous apprendre tout, mais il n'est rien dans la nature que nous ne puissions espérer de découvrir un jour par la combinaison patiente de tous les phénomènes (1).

La théorie de la polarisation de la lumière, que je rappelais tout à l'heure, offre à cet égard un exemple aussi curieux qu'actuel. En la citant, M. Poincaré ajoutait : « On a cherché longtemps un *experimentum crucis* qui permît de décider entre ces deux théories et on n'a pu le trouver. » Or, au moment même où il écrivait cela, un physicien allemand, M. Wiener, mettait la main sur l'expérience tant désirée et tranchait la question dans le sens qu'avait pressenti le génie de Fresnel : la vibration est perpendiculaire au plan de la polarisation. Je sais bien que M. Poincaré a contesté la portée de cette expérience ; mais les physiciens ne partagent pas généralement son opinion. M. Poincaré lui-même reconnaît que, tout au moins, elle a déplacé le terrain du débat ; la question, de l'aveu unanime, a donc fait un pas et, si on ne le juge pas décisif, rien n'autorise à dire que ce soit le dernier.

Il y a toutefois une conclusion, une remarque importante à retenir de la démonstration de l'illustre analyste. C'est qu'en général ou, pour mieux dire, toujours, nous restreignons trop le champ de nos hypothèses et, en introduisant, sans en avoir conscience, des particularités qui ne résultent pas de la nature du problème, nous arrivons à des solutions trop étroites. Par là s'expliquent les nom-

(1) J'ai dit plus haut que nous ne pouvions pas aspirer à pénétrer tous les secrets de la nature; ici, je semble plus ambitieux. La contradiction n'est qu'apparente. Nous ne connaîtrons jamais tous les phénomènes ni le tout d'aucun d'eux. Mais il n'est aucun d'eux en particulier, ni dans aucun d'eux aucune circonstance, dont nous ne puissions espérer de découvrir la cause. En d'autres termes, notre science ne sera jamais infinie, mais elle peut s'accroître indéfiniment et en étendue et en profondeur.

breuses contradictions que l'on relève entre les hypothèses admises dans les diverses branches de la physique et de la chimie. Dans chaque problème particulier, on n'a pas donné à la solution la généralité qu'elle comportait, on a introduit des conditions surérogatoires et arbitraires, et ce sont ces conditions qui, variant d'un problème à l'autre, ont engendré la contradiction. Découvrir et élaguer progressivement ces hypothèses parasites et, par là, faire disparaître les contradictions, rétablir l'harmonie entre les différentes branches de la science, tel est le problème que le physicien doit se poser ; ainsi il tendra constamment, sans espoir, bien entendu, de l'atteindre jamais complètement, vers cet état final dans lequel tous les phénomènes de la nature inanimée se tireraient par voie de simple déduction d'une hypothèse sur la constitution et sur l'état initial de la matière.

VII

LE SYMBOLISME DÉTRUIT LA CURIOSITÉ SCIENTIFIQUE.

Je pourrais à la rigueur m'arrêter là, car, je l'ai déjà dit, il est trop évident que s'il nous est donné de connaître la nature telle qu'elle est, cette connaissance est le but essentiel des sciences physiques. Mais il importe de développer le parallèle des deux systèmes pour montrer combien celui que, pour la commodité du discours, je désignerai sous le nom de symbolisme, est destructif de toute science ; chemin faisant, nous serons conduits à apprécier l'importance scientifique de la notion de cause.

Si je me réclamais de la vieille définition traditionnelle d'après laquelle une science est la connaissance d'une chose par ses causes, on la récuserait sans doute. Et cependant, quand on se place bien en face de la question, n'est-il pas évident, en laissant même de côté la considération de la cause, qu'une science a pour but, tout au moins, la con-

naissance d'une chose, et ne serait-il pas étonnant que les théories, qui sont le point le plus haut et comme la quintessence de la science, n'eussent pas pour but de nous faire connaître d'une manière plus intime la chose qui en est l'objet?

Mais je veux me placer sur un terrain plus pratique, plus en rapport avec les tendances de notre temps.

Tout d'abord, n'est-il pas clair que ce système ôte à la science son principal attrait? De même que le sceptique ne vivrait pas un jour s'il voulait être rigoureusement fidèle à son système, de même le savant vraiment conséquent avec les idées que je combats n'aurait qu'à briser sa plume et ses instruments de travail. La curiosité scientifique, cette qualité essentielle du savant, serait tuée en lui. Je ne parle pas de ces esprits subalternes, manœuvres de la science, auxquels il suffit d'avoir trouvé une formule d'interpolation ou aligné un certain nombre d'analyses chimiques, mais des savants vraiment dignes de ce nom, des inventeurs, un Poincaré, un Kirchhoff, pour prendre les plus éminents parmi ceux que j'ai cités. Imagine-t-on ces hommes se plaçant en présence d'un certain nombre de lois physiques et se demandant : « Voyons : comment pourrais-je bien coordonner ces lois, comment les ramener à une formule plus simple? » Ne leur en déplaise, ils font tout comme ceux de la vieille école, et c'est bien heureux! « Comment cela se passe-t-il, pourquoi cela est-il ainsi? » Telles sont les questions qu'ils se posent et telles sont aussi les seules qui soient dignes d'eux. S'ils n'avaient pas devant eux cet attrait de l'inconnu, cet espoir de pénétrer quelques-uns des mystères de la nature, aucun d'eux ne voudrait faire de la science pendant cinq minutes.

La chose devient plus claire encore lorsqu'on les voit à l'œuvre. Admettra-t-on, par exemple, que Kirchhoff, lorsqu'il exposait sa théorie sur la constitution du Soleil, n'avait pas pour but de nous apprendre comment les choses se passent au sein de cet astre, mais seulement de

ramener à un exposé plus simple les phénomènes que nous y observons? Admettra-t-on que M. Poincaré, dans ses belles recherches sur l'équilibre d'une masse fluide, n'aspirait qu'à coordonner les lois observées? Il n'est aucun de leurs travaux qui ne devienne contre eux un argument *ad hominem.*

Mais sans doute ils n'étaient pas encore suffisamment dégagés de cet « esprit métaphysique » tant honni par Auguste Comte! M. Poincaré semble le penser. « Un jour viendra peut-être, dit-il (1), où les physiciens se désintéresseront de ces questions inaccessibles aux méthodes positives et les abandonneront aux métaphysiciens. Ce jour n'est pas venu : l'homme ne se résigne pas si aisément à ignorer éternellement le fond des choses. »

Ayant montré que ces questions ne sont nullement inaccessibles à la science positive, je pense avoir le droit de dire que l'homme a bien raison de ne pas se résigner si aisément à l'ignorance, et que son instinct le guide mieux en cela que les prohibitions d'une philosophie qui se dit positive, et n'est que négative.

M. Duhem reconnaît la profondeur de cet instinct. « Une tendance invincible, dit-il, nous pousse à rechercher la nature matérielle des choses qui nous environnent, la raison d'être des lois qui régissent les phénomènes que nous observons. Cette tendance entraîne tout homme, depuis le sauvage le plus superstitieux jusqu'au philosophe le plus curieux » (2). Hé oui! cette tendance est invincible, elle est innée dans l'homme, et c'est pour cela qu'il y a des savants et qu'il y a une science. N'essayez donc pas de l'étouffer!

(1) *Électricité et optique.* Introduction, p. xv
(2) Page 158.

VIII

LE SYMBOLISME CONDUIT LOGIQUEMENT A L'INCOHÉRENCE.

Non seulement on ôte à la science son attrait essentiel, mais on la prive de ses meilleurs moyens d'investigation.

J'indiquais tout à l'heure ce terme idéal de la science dans lequel tous les phénomènes se déduiraient d'une hypothèse sur la constitution et sur l'état initial de la matière.

Un pareil idéal ou tout simplement la convenance d'éviter la contradiction, soit entre les diverses théories, soit même entre les diverses parties d'une théorie, n'a de raison d'être que si ces théories se proposent de produire une image réelle de la nature. Dans ce cas, en effet, elles ne doivent pas seulement être *bonnes*, au sens utilitaire que M. Duhem donne à ce mot, elles doivent surtout être exactes, être fidèles et, comme telles, doivent se conformer à cette logique inflexible des choses que sont bien obligés d'admettre ceux-là même qui se refusent à voir dans la nature l'œuvre d'un Être souverainement sage et souverainement intelligent. Donc aucune théorie ne doit admettre en elle-même de contradiction ; et comme c'est la même matière qui est le siège de tous les phénomènes, les diverses théories doivent s'accorder entre elles. Si l'insuffisance de nos moyens nous force à tolérer provisoirement certaines contradictions, nous savons du moins que c'est une imperfection.

Si au contraire il ne s'agit que de coordonner les lois physiques, ainsi que le veut M. Poincaré, il est clair que chaque savant est juge du point où la chaîne devient trop difficile à forger et où il y a avantage à l'interrompre.

Encore ce mot même de coordination semble-t-il imposer une certaine logique. Mais dans le système de M. Duhem, où les théories n'ont pour but que de soulager la mémoire, il est trop évident que le succès justifie tout.

M. Poincaré en prend son parti avec la sérénité impitoyable du mathématicien habitué à aller jusqu'au bout de son système. Non seulement, dans l'ouvrage cité tout à l'heure, il admet que les diverses théories proposées pour expliquer les phénomènes optiques par des vibrations d'un milieu élastique sont également plausibles, mais il semble abandonner comme utopique et suranné le principe des anciennes théories de la physique, suivant lequel aucune apparence de contradiction n'y est tolérée, et il est jugé nécessaire « que les diverses parties en soient logiquement reliées les unes aux autres et que le nombre des hypothèses distinctes soit réduit au minimum » (1).

M. Duhem ne peut se résoudre à aller jusque-là. Il indique trois caractères qui permettent de choisir entre plusieurs théories mathématiquement équivalentes, à savoir : l'étendue de la théorie, le nombre des hypothèses, la nature des hypothèses. Mais il est évidemment inconséquent avec lui-même. Heureuse inconséquence, victoire du bon sens et de l'instinct naturel sur l'esprit de système, mais inconséquence certaine.

Il existe une science, ou plutôt un art spécial qui a pour but de venir en aide à la mémoire et qui procure des résultats vraiment extraordinaires : c'est la mnémotechnie. Eh bien, est-ce que là on se pique de logique, est-ce qu'on fait le renchéri sur le nombre des hypothèses, sur la nature des hypothèses ? Sans doute, et cela convient au but, on observe une grande uniformité dans les procédés ; mais quant aux conventions, qui sont les hypothèses de cette science, elles sont innombrables, elles sont incohérentes, et les plus baroques sont généralement les meilleures parce qu'elles se gravent mieux dans l'esprit.

Pourquoi donc ferait-on autrement dans la physique théorique si elle a le même but?

Le paragraphe de M. Duhem intitulé : « Toutes les

(1) H. Poincaré. *Électricité et optique.*

théories d'une même classe de phénomènes ne sont pas équivalentes » est, selon moi, la condamnation absolue de son système.

IX

UTILITÉ DES SUJÉTIONS QU'IMPOSENT LES THÉORIES RÉELLES.

Mais ce besoin de logique, cet idéal que possèdent seules les théories que j'appellerai réelles, pour ne pas dire réalistes, par opposition aux théories symboliques, cet idéal est-il avantageux pour la science et pour celui qui la cultive?

Pour la science, il ne saurait y avoir de doute, puisque cet idéal existe, qu'il est le vrai, le seul, l'idéal, en un mot. Pour le savant, il faut distinguer. Il est une gêne incontestablement, comme toute règle. En s'en affranchissant, un Maxwell, par exemple, pourra improviser de brillantes esquisses, se promener hardiment à travers toutes les parties de la science (1). Mais cette facilité se paie. Les contradictions que contiennent ces théories sont comme le sceau fatal qui les voue à la mort. Elles ressemblent à ces échafaudages qu'on installe sur l'emplacement destiné à recevoir un palais. Élevés rapidement, bien que non sans art ni sans difficulté, formés de matériaux grossiers et informes, ils aident à amener patiemment en place chacune des pierres de l'édifice. Mais un jour vient où ils ne font plus qu'en encombrer les abords et en masquer la façade, et où il devient nécessaire qu'une main impitoyable les jette à bas.

(1) J'ai écrit cela sur la foi de M. Poincaré. Il paraît (REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, janvier 1893, p. 260) que, suivant d'autres exégètes, cette incohérence des théories de Maxwell ne serait qu'apparente. S'il en est ainsi, ce que j'en dis ne subsiste qu'à titre d'exemple hypothétique. Au fond, je ne pourrais que m'en féliciter, puisque l'autorité du savant anglais viendrait à l'appui du système des théories réelles.

Le malheur, c'est que, dans l'ordre scientifique, cette opération est difficile par suite de la ténacité des opinions acquises et de la difficulté de distinguer ce qui doit périr de ce qui doit être conservé; aussi l'ajourne-t-on longtemps, et souvent on peut se demander si les services provisoires qu'ont rendus les fausses théories compensent l'obstruction qu'elles ont causée.

Certes, tout cela est relatif. Il n'est donné à l'homme ni d'éviter d'une manière absolue toute contradiction, ni de bâtir pour l'éternité. Du moins faut-il y tendre le plus possible et doit-on considérer comme un bienfait pour la science et, en fin de compte, pour le savant digne de ce nom, la règle austère qui en fait une loi.

Mais cette règle, ce principe des théories réelles, offre une compensation bien plus immédiate dans les directions qu'on y trouve pour l'édification des théories et dans le concours que se prêtent toutes les branches de la science.

En effet, celui qui se propose tout bonnement, suivant l'ancienne méthode, d'expliquer les phénomènes, aura pour guides des principes, métaphysiques, il est vrai, mais non moins utiles, sur la manière dont les choses se passent et peuvent se passer dans la nature, sur les causes et leur mode d'action, etc. En outre, pour lui, pour lui seul, toutes les parties de la science se prêtent un mutuel appui. Ce qu'on sait ou ce qu'on soupçonne par ailleurs sur la constitution de la matière et sur les forces qui s'y exercent, il peut, il doit l'utiliser pour le problème particulier qu'il a en vue; il y trouve de précieuses indications.

C'est ainsi que la division de la matière en particules distinctes, molécules ou atomes, devient à la fois la base de la plupart des théories de la physique et de la chimie; c'est ainsi que Newton, ayant été conduit à la découverte de l'attraction, l'étend à toutes les parties de la matière, et la théorie de la figure de la terre, celle des marées, celle de la précession des équinoxes, sortent indirectement

des lois de Képler; c'est ainsi qu'en généralisant cette cause, l'attraction, on arrive à la notion de l'attraction moléculaire, et la théorie de la capillarité devient pour Laplace un chapitre de la mécanique céleste.

X

ABSENCE DE DIRECTION, DANS LE SYSTÈME SYMBOLISTE, EN MATIÈRE DE DÉFINITIONS.

A la fécondité de ce principe, il convient d'opposer le vide, l'absence totale de direction qui se rencontrent dans le système des théories symboliques.

On s'en rendra compte, en se reportant aux passages dans lesquels M. Duhem expose la manière dont, selon lui, on doit édifier une théorie (1).

D'abord, il faut définir les « diverses grandeurs propres à symboliser les notions sur lesquelles portera » la théorie.

Définir est assurément une excellente chose, un préliminaire indispensable. Pourtant, il y aurait déjà beaucoup à dire sur la manière dont M. Duhem envisage ces définitions. Et si je m'y arrête un instant, ce n'est pas pour le simple plaisir de relever quelques-unes de ces taches qu'il n'est donné à personne d'éviter; c'est qu'ici la défectuosité de l'exposé découle directement de la fausseté du système.

M. Duhem prend pour exemple la température. Nous partons, dit-il, de la notion de chaud. Cette notion n'est pas réductible à une grandeur; « cela n'empêche nullement le physicien de lui faire correspondre une certaine grandeur qu'il appelle *la température*, et qu'il choisit de manière que ses propriétés mathématiques les plus simples *représentent* les propriétés de la notion de chaud » (2).

(1) Page 144 et suivante.
(2) Page 142.

Plus loin, nous voyons que cette grandeur n'est pas une grandeur concrète, physique, mais bien une grandeur algébrique. Le choix de cette grandeur, c'est le point sur lequel M. Duhem insiste, est, à un haut degré, arbitraire. La seule condition, c'est qu'elle présente un certain nombre de caractères propres à représenter les propriétés fondamentales de la notion dont il s'agit (1).

Je fais remarquer d'abord qu'une grandeur algébrique n'a pas plusieurs propriétés mathématiques, ni des propriétés plus ou moins simples ; elle est plus ou moins grande et pas autre chose. En réalité, c'est, comme nous allons le voir, une grandeur concrète qu'il faut envisager.

Mais où le défaut du système éclate, c'est dans l'absence de toute indication sur la nature et l'origine de cette correspondance entre le plus ou moins de chaud et cette grandeur qu'on appelle la température. Il semble que c'est tout à fait arbitraire, et je pense que le lecteur attentif, après avoir médité tout ce passage de M. Duhem, serait fort empêché d'établir une définition quelconque de la température ou de toute autre grandeur analogue.

Un physicien philosophe de la vieille école aurait, ce me semble, raisonné ainsi :

Le fait d'être plus ou moins chaud, plus ou moins lumineux, plus ou moins dur, est une qualité et, comme tel, n'est pas directement mesurable ; il n'y a de mesurable que ce qui appartient à l'ordre de la quantité. Mais cette qualité est susceptible de plus ou de moins, de degré, et les corps peuvent être rangés, d'après le degré où ils la possèdent, dans un ordre parfaitement déterminé. Dans l'échelle ainsi formée, l'ordre seul des échelons est imposé, leur espacement reste arbitraire. C'est ainsi que, dans le spectre solaire, les couleurs simples se succèdent dans un ordre déterminé, mais les différentes parties du spectre sont plus ou moins étalées suivant la manière dont ce spectre est produit.

(1) Page 144.

Pour pouvoir faire de cette qualité l'objet de calculs numériques, il faut fixer conventionnellement l'espacement des échelons, marquer par un nombre la position de chacun d'eux, et c'est ce nombre qui s'appellera la température, l'éclat, la dureté, etc.

D'où tirer cette désignation numérique? On la prend quelquefois d'une façon tout à fait arbitraire, sans autre vue que de ranger commodément les corps dont on a à s'occuper. C'est le cas, par exemple, de l'échelle des duretés employée en minéralogie. Mais on comprend aisément que ce procédé, d'un caractère peu scientifique, ne peut donner pour la qualité considérée que des relations purement empiriques.

Le procédé adopté dans l'immense majorité des cas, et le seul vraiment rationnel, est fondé sur ce principe, qu'on applique à chaque instant dans la science d'une manière plus ou moins consciente, que la cause est égale à l'effet, ou, ce qui revient au même pour des grandeurs de nature différente qui ne peuvent se mesurer avec la même unité, est proportionnelle à l'effet : *causa aequat effectum*. La qualité considérée a une cause, elle est cause elle-même; elle peut même avoir plusieurs causes et plusieurs effets plus ou moins prochains. Parmi ces causes et ces effets, il y en a qui rentrent dans l'ordre de la quantité; on prendra l'un ou l'autre pour mesure de la qualité ou pour une fonction convenable de cette mesure; pour la température, ce sera une variation de la longueur, du volume, de la pression du corps chaud, ou d'un corps thermométrique au même degré de chaleur; pour l'intensité de coloration d'une dissolution, ce sera le poids ou le volume de la matière colorante contenue dans un volume donné, ou l'épaisseur de la colonne nécessaire pour produire une intensité prise pour type; pour la puissance d'une lumière, on mesurera la distance à laquelle elle produit un éclairage donné, seulement cette distance sera prise, non pas pour la puissance elle-même, mais pour sa racine carrée.

Je ne sais si je me fais illusion, mais il me semble que ces considérations jettent quelque jour sur la question. Nous voyons ce qu'il y a d'arbitraire et ce qu'il y a de nécessaire dans la définition, nous voyons dans quel champ il faut se mouvoir pour l'établir.

Oui, mais ces notions de qualité, de quantité, de cause, d'effet, c'est de la métaphysique cela, chose affreuse! Il y a une école aujourd'hui, une école nombreuse, influente, puissante, bien plus étendue que celle des disciples avérés d'Auguste Comte, dont la métaphysique est le cauchemar. Cela n'empêche pas d'en faire: le moyen de se passer de la métaphysique? Mais il est nécessaire que ce soit sans le savoir. Celle qu'on fait n'en est pas meilleure, non certes! mais du moins l'honneur est sauf.

Visiblement, M. Duhem, sans appartenir à cette école (1), en a un peu peur. Il se laisse intimider par elle et, désireux d'obtenir son certificat de civisme, il se défend énergiquement de pactiser avec cette ci-devant science. Rien de bien étonnant à cela: il est difficile de ne pas se laisser entamer par d'aussi puissantes influences, surtout lorsqu'on vit dans certains milieux. Le malheur est qu'en ayant peur ainsi de se compromettre avec la métaphysique et à force de fréquenter ses ennemis, on finit trop souvent par leur ressembler beaucoup dans la pratique. N'est-ce pas un peu l'histoire de M. Duhem?

Quoi qu'il en soit, il me semble démontré que son système l'a mal servi sur cette question de la définition et servirait également mal quiconque voudrait le suivre.

(1) Ceci était écrit lorsque j'ai eu connaissance du nouveau travail publié par M. Duhem dans la Revue des questions scientifiques (janvier 1893) sur *Une nouvelle théorie du monde inorganique*. Je m'empresse de reconnaître que, d'après ses déclarations, non seulement M. Duhem n'est pas un adversaire de la métaphysique, mais qu'il n'a pour elle aucun dédain; il ne la juge même pas indigne d'occuper les heures de loisir d'un physicien, et il nous en donne la preuve en " s'aventurant à y faire une excursion " à la suite du R. P. Leray. Ce qu'il a voulu seulement, c'est d'éviter qu'on la confonde avec la physique. Rien de plus juste assurément. Mais je crois que M. Duhem n'a pas fait d'une manière exacte la délimitation des deux domaines, et peut-être essaierai-je de le montrer dans un prochain article si le lecteur veut bien me suivre.

XI

MÊME ABSENCE DE DIRECTION DANS L'ÉDIFICATION DES HYPOTHÈSES.

Voyons maintenant « par quelle série d'opérations la théorie pourra ensuite se développer et s'achever.

» Entre les diverses grandeurs que nous supposons définies, nous établirons un certain nombre de relations, exprimées par des propositions mathématiques, relations que nous nommerons les *hypothèses*.

» Les hypothèses étant prises comme principes, nous en développerons logiquement les conséquences. »

On le voit, c'est toujours le même vague, la même absence de direction; c'est au hasard qu'on cherchera à établir des relations, sans avoir de motif de préférer l'une à l'autre; c'est par tâtonnement qu'on finira par tomber sur la bonne. Je le demande, de bonne foi, qui pourrait espérer, par ce procédé, d'édifier une hypothèse qui se tînt debout? Ne serait-ce pas à peu près aussi raisonnable que de prétendre composer un opéra en alignant au hasard des croches, des doubles croches et des soupirs?

Historiquement d'ailleurs, pense-t-on que jamais personne ait procédé suivant la méthode de M. Duhem?

Qu'on ne m'accuse pas d'exagérer le système pour le réfuter plus facilement. L'auteur lui-même insiste. Ces hypothèses, dit-il, d'après quelles règles les choisirons-nous?

D'après quelles règles? Aucune! « En principe, nous sommes absolument libres de faire ce choix comme bon nous semble; pourvu que les conséquences logiquement déduites de ces hypothèses par l'analyse mathématique nous fournissent le symbole d'un grand nombre de lois expérimentales exactes, nul n'a le droit de nous demander compte des considérations qui nous ont dicté ce choix. »

C'est bien comme je le disais : le succès justifie tout.

C'est parfaitement logique d'ailleurs. Seulement, ce succès, le difficile est d'y arriver sans règle et sans guide.

La liberté est sans doute une fort belle chose; mais ici elle n'est que l'absence d'orientation. Dans une steppe plate et monotone, sous un ciel gris et muet, il est beau peut-être de se dire : « je suis libre comme l'air, rien ne m'oblige, rien ne m'incite même à aller à droite plutôt qu'à gauche, devant plutôt que derrière ; » cependant le voyageur préfère en général trouver une route bien frayée, ou tout au moins avoir le soleil ou les étoiles pour se diriger.

XII

IMPORTANCE DE L'IDÉE DE CAUSE DANS LA CONSTRUCTION DES HYPOTHÈSES.

M. Duhem a bien senti ce point faible. Il essaie d'y porter remède : « Il existe, dit-il, des méthodes générales selon lesquelles sont prises les hypothèses fondamentales de la plupart des théories. » Et pour donner une idée de ces méthodes, il esquisse ce qu'il appelle « la méthode idéale et parfaite », qui consisterait « à ne pas prendre d'autres hypothèses que la traduction symbolique, en langage mathématique, de quelques-unes des lois expérimentales dont on veut représenter l'ensemble. » Et comme exemple, il analyse la théorie de l'attraction universelle.

Eh bien! j'ai le regret de le dire, tout ce développement est encore une excellente preuve de l'infirmité du système.

D'abord, je doute fort qu'il soit possible d'édifier une théorie quelconque d'après ces bases. En prenant un nombre quelconque de lois représentées par des équations entre les grandeurs accessibles à l'expérience qui figurent dans l'énoncé de ces lois, et en combinant ces équations de toutes les manières possibles, on pourra sans doute les transformer, isoler certaines de ces grandeurs ou, au contraire, les grouper de diverses manières; mais, au total, on

n'arrivera jamais qu'à un système équivalent d'un même nombre d'équations; ce n'est pas ce qui fait une théorie.

Pour établir entre ces lois la coordination demandée par M. Poincaré, les ramener à une unité plus haute, il faut, de toute nécessité, introduire quelque notion nouvelle qui en forme le lien. C'est ainsi qu'à une autre phase de la recherche scientifique, pour coordonner les observations en une loi, il faut introduire une entité que l'observation ne fournit pas, telle que la trajectoire d'un mobile ou, en général, une fonction qui permet, à l'aide d'un nombre très limité de paramètres, de reproduire un nombre quelconque de cas particuliers.

Or cette notion, cette entité nouvelle, par cela même qu'elle est d'une autre nature, ne saurait être strictement équivalente aux entités inférieures qu'elle rassemble; elle ajoute toujours quelque chose. Il me paraît aussi impossible de formuler une hypothèse physique strictement équivalente à un ensemble de lois que de formuler une loi strictement équivalente à un ensemble d'observations ou de trouver une courbe équivalente à un système de points isolés.

S'il en est ainsi, la méthode idéale et parfaite aurait un premier défaut, celui d'être impossible, et de la pire impossibilité, celle que les philosophes appellent métaphysique: elle implique contradiction dans les termes. Pas de théorie sans hypothèse, pas d'hypothèse qui ne soit plus compréhensive que les lois expérimentales qui l'ont suggérée.

Dans la théorie de l'attraction, cette notion nouvelle, cette entité que l'observation ne fournit pas, qui ne figure pas dans l'énoncé des lois, c'est la force.

Dira-t-on que la force n'est là qu'un symbole, qu'elle peut d'ailleurs être remplacée par la notion d'accélération, empruntée à la cinématique, et que les lois de Képler pourraient être remplacées par ce simple énoncé :

« Toute planète possède à chaque instant une accélération dirigée vers le centre du Soleil et égale au quotient

d'une certaine constante par le carré de la distance de la planète au Soleil. »

Remarquons déjà qu'ici la théorie consiste précisément à découvrir ce symbole, et que nous restons sans aucune indication sur la manière de s'y prendre. En fait, Newton y a été conduit par l'idée de force, d'attraction, issue elle-même de l'idée de cause ; sans cette idée directrice, aurait-il songé à calculer l'accélération des planètes? Il est permis d'en douter, et peut-être sa magnifique théorie serait-elle encore à découvrir.

Je conviens cependant que le programme de Kirchhoff, sinon celui de M. Duhem, pouvait conduire à la formule que je viens d'énoncer. La simplification désirée était obtenue. Mais en même temps, ce programme était épuisé. Celui de Newton ne faisait au contraire que commencer.

Chose singulière, cette méthode idéale et parfaite, qui, au premier abord, semble si facile à appliquer, ne l'a jamais été. M. Duhem le reconnaît, et cette circonstance aurait dû le mettre en défiance. Mais, dira-t-on, un idéal est une limite faite pour n'être jamais atteinte. D'accord ; mais au moins doit-on y tendre, et le résultat doit-il être d'autant plus parfait qu'on en approche davantage. Or c'est le contraire qui a lieu ; pour Newton, à coup sûr, il en est ainsi. C'est parce qu'il n'a pas suivi la méthode idéale et parfaite qu'il a découvert le vrai système du monde.

S'il avait suivi les recommandations de M. Duhem, il aurait *peut-être* obtenu l'énoncé de tout à l'heure ; il l'aurait même, je veux l'admettre, étendu au système des satellites de Jupiter et à celui de Saturne. Alors, suivant l'idéal de M. Duhem, « toutes les conséquences de la théorie présenteraient le même degré de certitude, d'exactitude que les lois expérimentales prises pour hypothèses. » Oui, mais aussi le même degré d'incertitude, d'inexactitude.

Au lieu de cela, Newton corrige les lois expérimentales. Ce coefficient qu'il faut diviser par le carré de la distance pour avoir l'accélération et qui, tout à l'heure, était con-

stant, il le fait varier d'une planète à l'autre en fonction de la masse de la planète (1), très peu assurément, assez peu pour rester dans les limites d'erreur que comporte l'observation, mais ce peu suffit pour faire du Soleil non plus un point fixe, mais un corps libre dans l'espace. Entre ces planètes, il imagine des attractions que l'observation n'indique pas, qui les forcent à s'écarter des lois de Képler, et par là son génie devine les perturbations planétaires et en fonde la théorie. Ainsi, bien loin que les conséquences de la théorie présentent « le même degré d'exactitude que les lois expérimentales prises pour hypothèses », elles constituent un degré supérieur d'approximation et surpassent autant, sous ce rapport, les lois de Képler que celles-ci surpassaient les observations de Tycho-Brahé !

Par surcroît, cette même hypothèse de l'attraction universelle fournit la théorie de la Lune, celle de la figure des planètes, celles des marées, de la précession des équinoxes, de la nutation ; en un mot elle contient en germe toute la mécanique céleste.

Qui a conduit Newton à cette généralisation audacieuse ? Qui, sinon l'idée de force, l'idée de cause. N'est-ce pas parce qu'il a regardé l'attraction non comme un symbole abstrait, mais comme une cause véritable, comme une force s'exerçant réellement de matière à matière, qu'il a été conduit à l'introduire partout dans l'univers ? La considération abstraite, purement cinématique, de l'accélération l'aurait-elle conduit là ? Non, assurément non !

(1) On sait que, dans la théorie neuwtonienne l'accélération relative des planètes par rapport au centre du Soleil varie de l'une à l'autre comme $M + m$, ou proportionnellement à l'expression $1 + \frac{m}{M}$, en désignant par M la masse du Soleil et par m celle de la planète ; ce rapport $m : M$ n'atteignant pas un millième, même pour Jupiter, cette variation reste dans les limites d'erreur des observations dont Képler disposait.

XIII

L'IDÉE DE CAUSE EN MÉCANIQUE.

Cette réponse, je crois, ne saurait laisser de doute pour le lecteur exempt de préventions. S'il en subsistait un, il suffirait, pour le dissiper, d'observer les efforts vraiment curieux de Kirchhoff pour faire rentrer dans son système la théorie de l'attraction universelle, non pas même la théorie complète, étendue à tous les problèmes énumérés en dernier lieu, mais bornée aux mouvements des corps célestes considérés comme des points matériels (1).

Après avoir montré que les lois de Képler équivalent à l'existence d'une attraction exercée par le Soleil en raison inverse du carré de la distance : « cette attraction, dit-il, est donc une autre manière, mais plus simple, d'exprimer la même chose que ces lois. » Mais voici que cette simplicité, présentée à la première ligne du livre comme l'objet essentiel de la mécanique, se trouve immédiatement reléguée au second plan : « La simplicité plus grande ne forme pourtant pas le seul, ni même le principal avantage du théorème de Newton par rapport aux lois de Képler ; cet avantage réside en ceci que le théorème de Newton put conduire son inventeur à une loi qui est plus générale et plus exacte que lui-même et que les lois de Képler. »

Or, cette loi plus générale et plus exacte, c'est-à-dire

(1) *Mechanik*, pages 10-12. Remarquons, du reste, que pour identifier la force et l'accélération, Kirchhoff débute ici par une véritable erreur de principe. Les lois de Képler équivalent à une *accélération* en raison inverse du carré de la distance ; mais une attraction solaire en raison inverse du carré de la distance ne produirait cette accélération que si le Soleil était fixe dans l'espace. Cet astre étant, au contraire, libre, et le principe de l'égalité de l'action et de la réaction étant admis, l'accélération planétaire produite par ladite attraction se trouve, conformément à une note précédente, proportionnelle à $M + m$. Pour reproduire rigoureusement les lois de Képler, il faudrait que l'attraction à l'unité de distance fût proportionnelle à $\frac{1}{M+m}$. Ainsi, d'une planète à l'autre, elle ne varierait pas seulement en raison inverse du carré de la distance, mais aussi d'après la masse.

la substitution de l'attraction universelle à l'attraction exercée exclusivement par le Soleil, suppose que chacun des corps du système solaire est sollicité non plus seulement par une seule force, mais par autant de forces distinctes qu'il y a d'autres corps en présence. « Mais, dit Kirchhoff, jusqu'à présent nous avons considéré les expressions de force et d'accélération comme entièrement équivalentes, et un corps ne peut avoir qu'une accélération. La généralisation de la notion de force que nous sommes obligés d'introduire pour énoncer cette nouvelle loi de Newton fait donc disparaître cette équivalence. Nous admettrons qu'un corps peut être soumis simultanément à l'action de plusieurs forces ou, en d'autres termes, d'un système de forces. »

On le voit, autant la notion vulgaire de la force, considérée comme une cause, conduit naturellement à admettre la coexistence de plusieurs forces agissant sur un même point, autant sa définition par l'accélération y répugne.

Passons outre, néanmoins, avec notre auteur et décomposons la force ou l'accélération du point en un nombre quelconque d'autres par la construction connue du polygone des forces, adoptée d'ailleurs sans motif indiqué. Il est clair que l'on peut prendre arbitrairement toutes ces forces moins une. « Il suit de là, dit Kirchhoff, qu'après l'introduction de systèmes de forces au lieu de forces simples, la mécanique est hors d'état de donner une définition complète de la notion de force. » Aveu loyal, mais désastreux !

« Néanmoins cette introduction est de la plus haute importance. Cela vient de ce que, *ainsi que l'expérience l'a montré,* dans les mouvements naturels, on réussit toujours à trouver des systèmes de forces dans lesquels les composantes sont plus faciles à assigner que leurs résultantes. »

Voilà donc où l'on en vient par la haine de la métaphy-

sique! Fabriquer de soi-disant principes d'expérience, qui restent d'ailleurs devant nos yeux comme des mystères inexpliqués de la nature. Pourquoi réussit-on ainsi à trouver des systèmes de forces simples? Pourquoi par la construction du polygone des forces plutôt que par toute autre? Mystère! Quelle relation ces forces ont-elles avec les données de chaque problème? Autre mystère!

En quoi du reste ont pu consister les expériences qui ont conduit à cette loi? Évidemment à résoudre un grand nombre de problèmes de mécanique et à comparer les solutions avec les faits. Mais pour résoudre ces problèmes, il a fallu posséder la règle de la composition des forces, il a fallu avoir l'idée de chercher des systèmes simples. avant d'arriver à la formule de cette loi, il aura sans doute fallu essayer un grand nombre d'autres procédés. Les premiers qui ont voulu faire de la mécanique ont dû se trouver dans un cruel embarras, et leur persévérance a été méritoire d'accumuler ainsi des solutions jusqu'au moment où le nombre en a été suffisant pour permettre d'établir la loi!

Si c'était vraiment là une loi expérimentale, une de ces lois dont il a fallu non seulement démontrer la vérité, mais trouver la formule par l'expérience et l'induction, comme les lois de Képler, comme les lois de la dilatation des corps, comme celle des proportions multiples, comme toutes les lois physiques en un mot, ce serait miracle, il faut l'avouer, que la mécanique eût pu naître; ou bien il faut bénir le merveilleux instinct, autre mystère de la nature, qui a conduit d'emblée les fondateurs de la science à deviner cette loi et l'appliquer consciencieusement en attendant qu'il fût possible à leurs successeurs de la vérifier.

Au surplus, l'application en est d'une commodité remarquable. Vous avez à étudier un mouvement naturel; vous ne trouvez pas d'expression simple pour l'accélération. C'est donc qu'il n'est pas produit par une force simple. Mais, en vertu de la mystérieuse loi précitée, il doit

exister un système de forces simples qui le produit. Vous savez que dans ce système le nombre des forces peut varier entre zéro et l'infini, la grandeur de chacune d'elles également, et sa direction peut être quelconque dans l'espace. Cherchez d'après ces indications, cherchez bien et vous trouverez, car le système existe!

Heureusement pour nous, les fondateurs de la mécanique n'étaient pas encore complètement débarrassés de l'esprit métaphysique. Grâce à quoi ils ont trouvé du premier coup et la formule de cette loi soi-disant expérimentale, et sa raison d'être, et le moyen de l'appliquer.

Sans chercher midi à quatorze heures, ils se sont dit que lorsqu'un corps est soumis à l'action de plusieurs causes qui séparément y produiraient des mouvements, l'effet collectif de ces causes, plus compliqué que chacun de leurs effets individuels, devait dépendre de ceux-ci; qu'il y avait donc intérêt à calculer ces derniers et à les combiner. En cherchant la manière de les combiner, ils ont rencontré les considérations métaphysiques, il est vrai, mais nullement oiseuses, quoi qu'on en ait pu dire, qui constituent la démonstration du parallélogramme des forces. Ainsi ont-ils obtenu et la formule et l'explication de la fameuse loi expérimentale. L'histoire de la science est ici d'accord avec le bon sens.

Quant à la méthode pour l'appliquer, elle consiste à chercher autour du corps les différentes influences auxquelles il peut être soumis, et ces influences résident toujours dans d'autres corps avec lesquels il est en relation plus ou moins immédiate. La recherche ne sera pas toujours facile ; elle sera toujours féconde. Et si parfois le résultat semble ne pas répondre à vos efforts, si vous rencontrez des mouvements que n'expliquent pas les causes connues, cherchez encore, et c'est ainsi que vous, Œrsted, vous trouverez l'action des courants sur les aimants, vous Arago, le magnétisme de rotation, et que vous, Le Verrier, vous marquerez du doigt la planète qui se dérobe dans la profondeur des cieux.

Rien de tout cela ne ressort des notions introduites par Kirchhoff. Pourquoi? Parce que, de crainte de tomber dans la métaphysique ou, comme on dit encore dans l'école, dans le mysticisme, il a voulu ramener la force à un fait palpable, immédiatement mesurable, l'accélération actuelle d'un corps, au lieu de dire ce qu'elle est réellement, une tendance à l'accélération, une cause d'accélération (1). Et comme un corps ne peut avoir qu'une accélération actuelle, réalisée, au lieu qu'il peut avoir un nombre quelconque de tendances, Kirchhoff s'est trouvé, de son propre aveu, « hors d'état de donner une définition complète de la notion de force ».

Cette discussion met en évidence l'importance fondamentale de l'idée de cause en mécanique. Elle fait mieux comprendre comment cette idée a pu seule conduire Newton à la conception de l'attraction universelle. Celle d'une accélération en raison inverse du carré de la distance ou, si l'on veut, d'une attraction en raison inverse du carré de la distance exercée uniquement par le Soleil supposé fixe, rendait compte *rigoureusement* des mouvements planétaires connus de son temps, c'est-à-dire tels qu'ils sont définis par les lois de Képler. D'après les idées que je combats, il est clair qu'il devait s'en tenir là. Rien ne pouvait l'induire à ajouter ces petites accélérations supplémentaires qui déterminent les perturbations et qui ont engagé l'astronomie dans une voie toute nouvelle de progrès.

XIV

LA VÉRITÉ DES THÉORIES, CONDITION DE LEUR FÉCONDITÉ.

Dans cet exemple éclatant, nous voyons à l'œuvre et la recherche de la vérité naturelle, de la conformité avec la nature, et l'idée de cause qui s'y rattache essentiellement.

(1) Tendance si on l'envisage dans le corps qui la subit, cause, dans celui qui l'exerce.

Nous y voyons aussi ce que produit cette vérité rencontrée, cette conformité réalisée.

C'est parce que l'hypothèse de l'attraction universelle s'est trouvée vraie que les perturbations annoncées par elle ont été confirmées par l'observation, et que toutes les autres théories qui en découlent se sont vérifiées.

Qu'un homme de génie puisse englober dans une puissante synthèse un grand nombre de lois *connues*, et en former une théorie simple bien qu'artificielle, cela se conçoit à la rigueur. Mais que les conséquences de cette théorie se trouvent conformes à des lois naturelles inconnues de son auteur, si cela ne vient pas de ce que l'hypothèse est conforme, au moins en partie, à la nature, cela ne peut être que le fait du hasard, et de pareils hasards ne sauraient se renouveler bien souvent. Si donc la vérité d'une théorie peut n'être pas absolument une condition de sa beauté, bien qu'il puisse sembler présomptueux de prétendre faire *mieux que nature* ou seulement aussi bien, il semble difficile d'admettre qu'elle n'est pas une condition de sa fécondité.

Les logiciens nous enseignent qu'en raisonnant correctement sur des prémisses fausses on peut arriver à une conclusion vraie; elle se trouve vraie non comme conclusion du raisonnement qui y a conduit, mais par quelque autre raison. Aucun d'eux, que je sache, n'a songé à conclure de là qu'il serait indifférent de choisir des prémisses fausses ou des prémisses vraies. C'est cependant ce qui aurait lieu dans les sciences physiques, à en croire nos modernes philosophes; et ils s'appuient sur une autorité certes considérable, celle du grand Copernic. M. Duhem, après beaucoup d'autres, nous cite ce passage de la préface du traité *De revolutionibus orbium coelestium:*

Neque enim necesse est eas hypotheses esse veras, imo ne verisimiles quidem, sed sufficit hoc unum, si calculum observationibus congruentem exhibeant.

« Il n'est pas nécessaire que ces hypothèses soient

vraies, pas même vraisemblables; une seule chose suffit, c'est qu'elles donnent un calcul conforme aux observations. »

Je reviendrai plus loin sur la valeur historique de cette citation. Mais il convient de remarquer qu'elle contient plus qu'une simple affirmation; elle constitue une véritable démonstration. En effet, si les conséquences d'une hypothèse sont conformes aux observations, nous ne pouvons pas demander mieux; bien plus, nous n'avons aucun moyen de la convaincre d'erreur. Seulement, pour que la démonstration soit concluante, il y faut sous-entendre deux petits mots que je rétablis en formulant ainsi le dernier membre de phrase :

« C'est qu'elles donnent un calcul conforme *en tout* aux observations. »

Avec cela je me déclare satisfait et convaincu. Si *toutes* les conséquences d'une hypothèse sont conformes aux observations, quelque loin qu'on pousse la déduction, je tiens l'hypothèse pour parfaite; mais aussi je la tiens pour vraie, pour conforme à la nature, et si elle me paraît invraisemblable, cela ne peut être que l'effet, chez moi, de préjugés injustifiés.

Si cette condition n'est pas remplie, qui vous autorise à dire que « cela suffit »? Votre *sufficit hoc unum,* mais je le repousse! Cela dépend des exigences de chacun. A qui ne veut faire que de la mnémotechnie ou à qui se propose de coordonner quelques lois, on ne sait trop dans quel but, cela peut suffire. Mais cela ne suffit pas à la science, car pour elle, on ne saurait trop le répéter, les hypothèses sont avant tout un instrument de découvertes.

Au surplus, dès qu'on tombe sur une conséquence que l'expérience dément, chacun est bien forcé de reconnaître que l'hypothèse ne suffit plus. Mais la conclusion pratique à tirer de là est bien différente dans les deux systèmes, et c'est peut-être là le point précis où ils se distinguent tout à fait.

Pour les symbolistes, l'hypothèse a suffi jusque-là ; on la conserve pour cette partie de la science dont elle résume les lois ; pour la suite, elle reste court ; on recourra à une autre. Il y aura une solution de continuité entre les deux parties de la science : peu importe !

Pour les réalistes, l'hypothèse est démontrée inexacte, au moins en partie ; il faut ou l'abandonner entièrement, ou la modifier en quelque point, ou la compléter ; à cet effet, on recherchera si le désaccord avec l'expérience provient des bases essentielles ou de détails secondaires péchant par excès ou par défaut, et l'on ne se tiendra pour satisfait que lorsque l'accord sera rétabli.

En attendant ce résultat, l'hypothèse ancienne, même reconnue foncièrement défectueuse, ne sera pas bannie de de la science ; elle conserve une valeur didactique, soit qu'elle permette d'exposer simplement certaines questions, de représenter commodément certains phénomènes, soit qu'elle permette d'utiliser pour une branche de la science des déductions toutes faites empruntées à une autre. Souvent même on trouvera commode de la conserver après qu'elle aura été avantageusement remplacée. C'est ainsi que, dans une grande partie de l'astronomie, on parle et on raisonne comme si la Terre était immobile.

J'ai déjà rappelé le rôle que de semblables hypothèses jouent dans les théories d'application. Elles ne sont même pas dénuées de toute fécondité. Ainsi la théorie des deux fluides électriques a certainement conduit à des découvertes considérables qui n'étaient nullement contenues dans les premières observations auxquelles cette hypothèse a dû sa naissance.

Pourquoi cela? Parce que cette hypothèse, inexacte dans certains détails, contient une grande part de vérité. Elle représente la nature de plus près et plus complètement que les lois expérimentales qui y ont conduit, et elle se montre féconde dans la mesure même où elle est vraie. Et ceci fait bien éclater, ce me semble, l'erreur que

M. Duhem a commise avec sa méthode idéale et parfaite : les hypothèses fausses elles-mêmes contiennent presque toujours plus de vérité que les lois expérimentales qui les ont suggérées.

Mais elles contiennent aussi du faux et, par ce motif, elles peuvent égarer. En déduisant les conséquences d'une hypothèse, nous n'en utilisons jamais tous les éléments. Quand nous parlons d'un fluide, par exemple, ou d'une substance que, faute de mieux, nous assimilons aux fluides que nos organes peuvent sentir, l'assimilation n'est exacte qu'en partie. Tant que nous restons dans un ordre de questions où nous n'utilisons que les propriétés réellement communes aux deux substances, les conclusions sont exactes. S'il devient nécessaire de pousser plus loin l'assimilation, nous tombons dans l'erreur. La théorie qui, jusqu'alors, se montrait équivalente à la vérité, devient tout d'un coup trompeuse.

Or c'est à quoi est toujours exposé le savant qui marche à la découverte, comme le navigateur s'avance dans la haute mer sans savoir quels rivages se présenteront sur sa route. Pour celui-là, toute inexactitude dans les hypothèses peut occasionner une erreur d'orientation et l'engager dans une fausse voie. Il est donc essentiel de serrer la réalité d'aussi près que possible.

Copernic, dont on invoque ici l'autorité, nous fournit, à cet égard, l'exemple le plus éclatant. Tant qu'on se borne à rendre compte des apparences du ciel à un point de vue exclusivement cinématique, peu importe qu'on fasse tourner la Terre autour du Soleil ou le Soleil autour de la Terre, qu'on fasse pivoter celle-ci sur elle-même pour engendrer le mouvement diurne ou qu'on fasse tourner la sphère céleste autour de son axe, qu'on adopte, en un mot, le système de Copernic ou celui que Tycho-Brahé avait imaginé après coup pour sauvegarder le principe de l'immobilité de la Terre. Dans les deux cas, les mouvements relatifs des astres par rapport à l'obser-

vateur restent les mêmes, et, comme ces mouvements relatifs déterminent seuls les apparences dont il s'agit, il importe peu qu'on adopte l'un ou l'autre système : ces deux systèmes sont équivalents *pour cet objet spécial*, parce qu'ils sont également vrais *sous le rapport considéré.*

Mais que Newton, élargissant le point de vue, envisage dans ces mouvements un vaste problème de dynamique, et cette équivalence disparaît. Dans le système géocentrique de Tycho-Brahé, tout est compliqué, invraisemblable, rien ne laisse apercevoir une cause dominante et ne conduit à la solution ; tout au contraire, le rôle inverse assigné au Soleil par rapport à la Terre et par rapport aux autres planètes ne peut que masquer l'unité du système et égarer le chercheur ; le fait même de voir ce corps énorme tourner autour d'un autre, d'un volume incomparablement moindre, qui reste immobile, éloigne l'idée de voir dans tout cela un mécanisme mû par des forces ordinaires ; tout au moins faut-il introduire quelque cause exceptionnelle pour fixer la Terre en place.

Le système héliocentrique de Copernic est, au contraire, éminemment simple et suggestif; on est conduit comme par la main à l'idée de l'attraction. Nul doute que Copernic n'ait été le précurseur nécessaire de Newton.

Nous savons cependant que son système est lui-même inexact. Le véritable centre des mouvements n'est pas celui du Soleil, mais bien le centre de gravité du système solaire qui en est très voisin ; ce centre de gravité n'est pas en repos, mais il est affecté d'un mouvement très sensiblement uniforme. Seulement ces écarts entre l'hypothèse copernicienne et la réalité étaient assez faibles pour que l'une suggérât l'idée de l'autre et permît d'y parvenir facilement par de simples corrections. Le contraire aurait eu lieu avec le système de Tycho. Il arrive pour les doctrines scientifiques quelque chose d'analogue à ce qui se présente en mathématiques lorsqu'on emploie pour

résoudre un problème la méthode des approximations successives. En partant d'une solution déjà approchée, on arrive, par certains procédés de calcul, à une solution aussi exacte qu'on le veut; mais si la solution primitive est trop inexacte, les mêmes procédés, loin de conduire au but, en éloignent généralement de plus en plus.

Il y a deux parties dans l'œuvre de Copernic : une œuvre proprement scientifique, qui est d'avoir débrouillé les mouvements célestes, et dont le résultat subsiste en entier dans le système de Tycho-Brahé; et une œuvre philosophique, qui est d'avoir rapporté ces mouvements au Soleil pris pour centre. La première est considérable, elle a eu pour couronnement une découverte de premier ordre, la détermination des diamètres des orbites planétaires; et cependant la seconde a paru, aux yeux de la postérité, tellement plus importante encore qu'elle a en quelque sorte éclipsé la première, et que celle-ci, presque ignorée du public instruit, a souvent été perdue de vue même par les historiens de la science.

XV

LES THÉORIES RÉELLES ET COPERNIC.

Comment se fait-il donc que ce grand homme ait paru méconnaître ce qui a fait son principal titre de gloire et qu'on puisse le citer parmi ceux qui font peu de cas de la conformité des théories avec la réalité naturelle?

La réponse est simple. La phrase citée tout à l'heure n'est pas de lui. La préface d'où elle est tirée fut ajoutée en tête de son ouvrage, dans le but évidemment de ménager à celui-ci un accueil plus favorable, par l'un des éditeurs chargés d'en surveiller l'impression à Nuremberg, probablement le théologien André Osiander. Les éditeurs

modernes de Copernic (1) admettent cette addition et la regardent comme contraire au sentiment de l'auteur : *Copernici rationi et sententiae non consentanea.* Ils rappellent que l'évêque de Culm, Gysius, ami de Copernic, qui avait provoqué la publication de son ouvrage et avait servi d'intermédiaire pour l'envoi à Nuremberg, protesta dans une lettre du 26 juillet 1543, c'est-à-dire deux mois après la mort de Copernic, contre la mauvaise foi de l'éditeur et de l'imprimeur.

Képler affirme le même fait à plusieurs reprises. Il nous apprend qu'une note ajoutée sur son exemplaire du traité *De Revolutionibus*, de la main de Jérôme Schreiber, de Nuremberg, attribue la préface à Osiander, qui la publia, dit Képler, *Copernico ipso aut jam mortuo aut certe ignaro* (2).

Toutefois, le savant secrétaire de la Société scientifique de Bruxelles, M. Mansion, dans une communication faite au *Congrès scientifique international des catholiques*, tenu à Paris en 1891, a cherché à justifier l'auteur de la préface du reproche de trahison et à montrer que la manière de voir qu'il exprime est bien celle de Copernic lui-même. Il rappelle notamment que, dans le cours de son traité, Copernic présente toujours son système à titre d'hypothèse et qu'une seule fois il sort un peu de cette réserve pour dire : PROBABILIOR *est mobilitas terrae quam ejus quies* (3).

Si l'on réfléchit cependant aux préjugés nombreux et puissants que la nouvelle doctrine rencontrait, non seulement parmi les autorités religieuses, mais aussi et plus encore dans les écoles philosophiques ; si l'on se rappelle cette prudence qui avait conduit le vieux chanoine polonais à ajourner l'impression de son livre jusqu'à la veille de sa mort, on sera peut-être conduit à estimer que l'affirma-

(1) Varsovie, 1854.
(2) Préambule du traité *De Motibus stellae Martis.*
(3) Compte rendu du Congrès, 7e section, page 384.

tion que je viens de transcrire représente mieux le fond de sa pensée que toutes les restrictions dont il l'accompagne.

Képler, presque contemporain de Copernic et son admirateur passionné, Képler qui, sans aucun doute, avait dû se renseigner par tradition sur les doctrines du maître, se montre très affirmatif à cet égard. Dans le préambule qu'il a placé en tête de son traité *De motibus stellae Martis*, s'adressant à Ramus, qui avait reproché à Copernic de vouloir démontrer la vérité des choses naturelles par des causes fausses, il s'écrie :

Fabula est absurdissima, fateor, naturalia per falsas demonstrare causas: sed fabula haec non est in Copernico : quippe qui veras et ipse arbitratus est hypotheses suas... neque tantum est arbitratus, sed et demonstrat veras (1).

Se figure-t-on d'ailleurs Copernic placé en face du système de Tycho-Brahé, et mis en demeure, au nom des principes formulés par lui, de le déclarer égal au sien? J'imagine qu'il n'aurait pas fait cette déclaration sans l'accompagner d'un sourire ironique. En tout cas, s'il avait poussé jusque-là le désintéressement scientifique, il aurait à coup sûr soulevé les protestations des plus illustres parmi ses successeurs. Nous venons de voir celle de Képler; Newton aurait eu des raisons meilleures encore pour parler de même.

Les passages de Copernic ou de sa préface que je viens de rappeler appellent d'ailleurs une remarque importante et susceptible de beaucoup d'autres applications. Il y est question d'hypothèses *vraisemblables* de mouvements *probables*. Qu'est-ce à dire? S'il y a, dans l'ordre scientifique, des propositions problables ou vraisemblables, ressemblant au vrai, c'est donc que le vrai existe et qu'il a des

(1) " C'est, j'en conviens, le comble de l'absurdité, que de vouloir démontrer les choses de la nature par des causes fausses ; mais cette absurdité ne se trouve pas chez Copernic, car il tint pour vraies ses hypothèses.., et non seulement il les tint pour vraies, mais il les démontre telles. „

Képler, on le voit, n'était pas tendre pour le symbolisme.

caractères accessibles à nos moyens d'investigation. Une proposition donnée peut ne réunir ces caractères que dans une mesure insuffisante, et alors elle est seulement vraisemblable; mais qui peut nous interdire l'espoir de les compléter? Affirmer qu'il existe des vraisemblances, c'est donc affirmer que le vrai existe et que nous pouvons le connaître; or, s'il en est ainsi, nous l'avons déjà remarqué (VI), peut-il être indifférent de le posséder ou seulement de le rechercher? Donc, en prenant même Copernic au pied de la lettre, on doit restreindre ses assertions aux questions spéciales dont il s'occupe; pour la thèse générale, il est des nôtres.

XVI

DES HYPOTHÈSES MÉCANIQUES.

On objecte la prétendue stérilité des hypothèses et en particulier des hypothèses mécaniques. M. Duhem consacre tout un chapitre à celles-ci qui, assure-t-il, disparaissent de plus en plus de la science. Mais comme il leur reproche surtout de s'écarter de la méthode idéale qu'il a tracée, si j'ai réussi à montrer combien son idéal est inacceptable, j'ai par là même ébranlé ses critiques par la base.

Je désire toutefois bien préciser ma manière de voir au sujet des hypothèses mécaniques. N'y a-t-il dans la nature matérielle que matière et mouvement, ou, suivant une doctrine plus large et plus accommodante, matière, mouvement et force? En d'autres termes, tous les phénomènes peuvent-ils s'expliquer au moyen de combinaisons de particules matérielles douées au besoin de forces attractives ou répulsives s'exerçant ou non à distance? Parmi les philosophes, les uns l'affirment, les autres le nient. Au point de vue scientifique, je dirai : *adhuc sub judice lis est*, et j'ajoute que la question ne sera probablement jamais résolue; démontrer l'impossibilité d'un tel résultat semble

difficile; pour en démontrer la possibilité, il faudrait expliquer d'une manière satisfaisante tous les phénomènes connus... jusqu'à ce qu'on en découvre d'autres.

Mais si la théorie mécanique n'est pas, à mon avis, un idéal obligé, elle est un idéal très naturel, et je comprends à merveille qu'elle ait séduit tant de grands esprits. La raison en est simple.

Tout le monde reconnaît, même ceux qui, à l'exemple de M. Poincaré, n'admettent pas la nécessité de réduire au minimum le nombre des hypothèses, tout le monde, dis-je, reconnaît que c'est au moins un mérite pour une théorie que d'en contenir le moins possible. Or il y a trois entités qui s'imposent à la base de toute théorie : ce sont l'espace, le temps et la matière qui se meut dans l'un et dans l'autre. Nous sommes obligés d'admettre cela, s'est-on dit tout naturellement; si nous pouvions nous passer d'autre chose! Si ce minimum était le tout! Mais c'est là la formule même d'une théorie entièrement mécanique.

Cela conduit, objecte-t-on, à de grandes complications. D'accord, mais qu'y a-t-il de plus certain que la complexité des appareils matériels qui constituent le monde?

A cette complexité des groupements matériels, les théories mécaniques cherchent à joindre la simplicité des relations entre les parties de la matière ; je conviens que cette simplicité est moins certaine et que, suivant la remarque de M. Duhem, il se peut qu'en la faisant trop grande on se heurte à des impossibilités. Mais c'est là précisément ce qu'il s'agit de vérifier. Où en serait la science si l'on ne s'avançait jamais qu'avec la certitude d'arriver ?

En se proposant cet idéal, on s'impose des entraves ; il est plus commode de dire : la chaleur, c'est la propriété d'être chaud, la lumière, c'est ce qui nous permet de voir les corps, et cela peut suffire comme moyen mnémotechnique, mais c'est renoncer à toute explication. Expliquer un phénomène, c'est le ramener à d'autres phénomènes

connus; il est possible qu'on n'arrive pas à les ramener tous à ceux de la mécanique et qu'il existe dans la nature d'autres phénomènes primordiaux; mais, pour en être certain, il faut d'abord essayer de s'en tenir aux premiers.

M. Duhem compare deux physiciens, dont l'un poursuit une théorie mécanique et l'autre se contente de la « méthode idéale et parfaite », à deux artistes auxquels on demande de rendre un même objet, l'un avec toutes les ressources du dessin, l'autre avec le simple trait. C'est se donner trop beau jeu. Il serait plus juste, ce me semble, de considérer deux peintres, dont l'un emploie une palette chargée de couleurs diverses et dont l'autre obtient le même résultat avec trois couleurs, un rouge, un jaune et un bleu. Au point de vue de l'art, on ne peut qu'approuver le premier, pour peu qu'il obtienne plus de justesse dans les tons ou seulement de célérité dans l'exécution. Il en va tout autrement en matière de science.

Les théories mécaniques, assure M. Duhem, disparaissent l'une après l'autre de la science. Je cherche vainement lesquelles. S'il s'agit de l'optique, je vois bien que, suivant le spécimen donné par M. Duhem (p. 154), on peut esquisser de vagues généralités destinées à remplacer la théorie des ondulations; mais quand il s'agit d'obtenir des résultats, on en revient à des raisonnements mécaniques. Est-ce la théorie cinétique des gaz? La campagne par laquelle Hirn a terminé sa carrière scientifique me semble avoir été plus fâcheuse pour lui que pour la théorie qu'il attaquait. Il y a, nous dit-on, la Thermodynamique, brillant lépidoptère dont la théorie mécanique de la chaleur n'était que la chrysalide. Il serait téméraire de ma part d'entrer en contestation sur ce point avec un spécialiste aussi autorisé que M. Duhem. Cependant, dans tout ce que je lis sur cette science, je vois encore bien des vestiges de la vieille enveloppe. En tout cas, c'est comme théorie mécanique qu'elle a été inventée (1), et cela devrait rendre

(1) On sait que c'est en partant du principe énoncé plus haut : *causa aequat*

ceux qui la cultivent un peu indulgents pour les théories de ce genre ; j'oserai ajouter que c'est comme telle qu'elle progresse, car c'est toujours sur des considérations mécaniques que les physiciens se guident lorsqu'ils cherchent à en étendre les conséquences expérimentales.

XVII

DE LA PRÉTENDUE STÉRILITÉ DES HYPOTHÈSES. EXEMPLE DE LA THÉORIE ATOMIQUE.

Mais en voilà assez sur les théories mécaniques dont je n'ai pas ici pour but de faire l'apologie. Elles ne sont qu'un cas particulier, un cas limite des théories que j'ai appelées réelles. Ce que je veux établir, c'est que ces théories, bien loin d'être inutiles et stériles, sont les seules dont les physiciens fassent effectivement usage pour se guider dans leurs recherches.

Si l'on demandait à n'importe quel physicien : « pouvez-vous vous passer entièrement d'hypothèses ? » aucun, je pense, n'oserait répondre oui d'une manière absolue. Tous, en effet, en font constamment usage, et l'emploi des hypothèses en physique est un des lieux communs de la méthodologie.

Mais beaucoup, sans doute, demanderaient à faire une distinction. Ils admettraient ces hypothèses secondaires, provisoires, en quelque sorte, que l'on peut jusqu'à un certain point considérer comme la traduction immédiate de l'expérience ; ils repousseraient les grandes hypothèses qui ont la prétention d'aller au fond des choses.

Cette distinction est sans valeur. Outre que la plupart du temps ces hypothèses secondaires se rattachent aux grandes, il n'y a, dans tous les cas, entre les unes et les

effectum, que J. Robert Mayer est parvenu à la conception de la théorie mécanique de la chaleur. On signale volontiers les abus de la métaphysique ; il est bon, à l'occasion, d'en rappeler les bienfaits.

autres, aucune différence essentielle de nature ; les unes et les autres visent à traduire une réalité.

Sans doute, plus une hypothèse est profonde et tend à pénétrer dans l'intime constitution des êtres, plus elle est sujette à erreur, plus elle exige des vérifications nombreuses ; mais aussi plus elle a de conséquences et de portée. Le navigateur prudent qui ne perd pas de vue le rivage peut faire avec sécurité d'honorables découvertes ; à celui qui s'avance hardiment dans la haute mer, il faut une boussole sûre et une âme intrépide ; là, il doit affronter le choc des grandes lames, le souvenir des naufrages antérieurs et l'effroi de l'inconnu ; là, trop souvent, des compagnons timides se retournent contre celui qui les a entraînés ; mais là aussi se rencontrent les grands horizons et les continents nouveaux.

L'histoire de la science est un perpétuel démenti à cette affirmation de la stérilité des hypothèses. M. Duhem explique cela par une simple coïncidence : les hypothèses ont pris naissance à l'époque où les sciences, naissantes elles-mêmes, ont fait de rapides progrès ; on a pu croire qu'elles étaient pour quelque chose dans ce progrès : c'était une erreur. Mais on admettra que la coïncidence crée au moins une présomption en faveur des hypothèses, et que ce serait à leur adversaire de prouver son dire. Il ne le fait pas ; en entrant dans le détail des faits, on reconnaît aisément que c'est le contraire qui est vrai. J'en donnerai un seul exemple et je l'emprunte à M. Duhem lui-même, dans son travail sur la notation atomique.

M. Duhem est sévère pour ces pauvres atomes. Il énumère avec complaisance les difficultés que leurs partisans rencontrent à expliquer la valence des atomes, variable d'un composé à l'autre, ainsi que l'isomorphisme de corps dont les formules brutes sont analogues mais dont les formules développées sont différentes. Je pourrais me borner à lui répondre que la valence qui varie dans des circonstances

impossibles à déterminer n'est pas une théorie achevée, mais une ébauche de théorie; que les formules développées ne sont elles-mêmes qu'une hypothèse; que la science a vu maintes fois se résoudre de la manière la plus naturelle des antinomies analogues à celles qu'il signale : témoin, la belle théorie de M. Williamson sur les acides polybasiques, exposée par lui-même.

Mais je dois en outre lui faire remarquer que vainement il croit, de son côté, éviter ces mêmes difficultés en niant les questions et en déclarant qu'il ne cherche pas d'explications : un peu, semble-t-il, comme la perdrix qui, à ce qu'on assure, pense échapper au danger en se fourrant la tête dans un trou. Je prends, par exemple, la notion d'analogie chimique. On la définit, dit M. Duhem, non pas comme un concept géométrique, mais à la manière des naturalistes, par des comparaisons et des rapprochements entre les corps; puis on cherche à représenter par des formules (brutes) analogues les composés chimiques analogues (1). Or, pour chaque corps simple, un seul composé suffit à fixer l'équivalent; pour celui-là, la concordance entre la formule brute et l'analogie chimique existe par définition, mais pour les autres composés innombrables de ce même corps, la formule chimique se trouve aussitôt fixée à un facteur entier près. Cela étant, il est infiniment improbable *à priori* que ces derniers se trouvent avoir des formules simples quelconques, encore moins des formules analogues à celles des autres composés analogues de la chimie, et que, par conséquent, le problème ci-dessus posé soit susceptible de solution; il n'y a, par exemple, aucune raison de supposer que deux corps qui cristallisent de la même manière aient des formules analogues. C'est cependant le contraire qui a lieu. Le problème se résout de lui-même. Ces caractères variés qui constituent l'analogie chimique, marchent d'accord entre eux et avec la formule.

(1) Revue des questions scientifiques, avril 1892, page 397.

Voilà certes un résultat imprévu, surprenant, et aussitôt cette question se présente à l'esprit : comment cela se fait-il ? Pourquoi en est-il ainsi ? « Vous n'avez pas besoin de le savoir, répond M. Duhem ; c'est une loi expérimentale ; que cela vous suffise. » Eh bien, il y a comme une conscience scientifique qui se révolte contre cette manière de traiter les questions par l'éteignoir. L'esprit se refuse à rester inerte et muet en présence d'un tel problème. Et lorsqu'une théorie comme la théorie atomique, après avoir ramené à une cause simple les lois fondamentales des proportions définies, des proportions multiples, des équivalents, des volumes, fournit encore une explication très naturelle du fait que je viens d'énoncer et, dans une certaine mesure au moins, de celui de l'atomicité, il se refuse à voir là une pure affaire de simplification, ou un symbole, œuvre artificielle de ses propres facultés ; il ne peut y voir qu'un grand fait naturel dont l'expression pourra être modifiée, dégagée d'éléments parasites, mais dont l'existence est indéniable. Lorsqu'en outre il a goûté le vif plaisir qu'on éprouve, par exemple, à l'exposé de l'ingénieuse théorie du P. Leray sur les carbures d'hydrogène (1), il comprend que ces questions, bien loin d'être oiseuses et inutiles, sont le véritable sel de la science, sans lequel celle-ci serait insipide et indigeste, propre à rebuter quiconque s'élève au-dessus d'un idéal purement utilitaire.

Non moins qu'au point de vue de l'intérêt scientifique, l'exemple est instructif au point de vue de la fécondité des théories.

M. Duhem nous rappelle la lutte engagée jadis entre les deux écoles ayant à leur tête deux chimistes de génie, Ad. Würtz et Henri Sainte-Claire Deville ; il a rappelé aussi quelques-unes des nombreuses conquêtes scientifiques de la première, l'école atomique, conquêtes qui se poursuivent encore aujourd'hui ; enfin, il reproduit en les

(1) Le P. A. Leray, *Complément de l'essai sur la synthèse des forces physiques*. Paris, Gauthier-Villars, 1892, pp. 105 et suiv.

adoptant ces paroles d'Henri Sainte-Claire Deville : « L'hypothèse des atomes, l'abstraction de l'affinité, des forces de toute sorte que nous faisons présider à toutes les réactions des corps que nous étudions, sont de pures inventions de notre esprit, des noms que nous faisons substance, des mots auxquels nous prêtons une réalité. »

Or l'histoire nous apprend que ce chimiste éminent, après avoir donné sa mesure par la brillante découverte de l'acide azotique anhydre, s'est éloigné de plus en plus de ce que j'appellerai la vraie chimie, la chimie qualitative, celle qui s'occupe de distinguer les corps les uns des autres et tout d'abord de les découvrir, plutôt que d'en mesurer les propriétés. Il s'est adonné à des applications, comme sont ses travaux sur le platine et sur l'aluminium, ou à des recherches théoriques générales, comme ses études sur la dissociation. Lui-même, j'en puis témoigner, rangeait ces derniers travaux dans la physique et mettait une certaine coquetterie à se qualifier de physicien. Tous ses disciples ont suivi la même voie.

Faut-il le regretter pour la gloire d'Henri Sainte-Claire Deville ou pour la science en général? C'est une autre question. Les hommes de cette trempe, de quelque côté qu'ils se portent, tracent toujours leur sillon, outre que, chez eux, la puissance de l'exécution rachète souvent les erreurs du système. Mais pour la science chimique en particulier, il semble difficile de mettre en doute qu'elle y ait perdu beaucoup.

En tout cas, sur la question spéciale qui nous occupe, à savoir la fécondité des vues relatives à la constitution des corps, l'expérience se prononce ici d'une manière écrasante. Le véritable *criterium* en cette matière est évidemment la découverte ou plutôt la production méthodique de corps nouveaux. Eh bien, voilà deux systèmes dont l'un enfante comme à volonté les types les plus remarquables, tandis que l'autre détourne ses adeptes des recherches de cet ordre et conduit le chimiste de génie

qui l'a adopté à mourir dans la peau d'un physicien (1). Et c'est ce dernier que vous recommandez ! Ah ! vraiment, vous êtes orfèvre, pardon, vous êtes physicien, monsieur Duhem.

Ce rapprochement n'autorise-t-il pas l'école qui poursuit la réalité dans l'hypothèse à repousser fièrement le reproche de son illustre adversaire, ce reproche que M. Duhem a voulu prendre pour conclusion de son second article ; et lorsque Henri Sainte-Claire Deville parle de ce « mysticisme scientifique dont la chimie donne, en ce moment, un dangereux exemple », à lui répondre avec assurance : « Pas si dangereux que votre scepticisme. »

XVIII

CONCLUSION.

Je m'arrête sur cet exemple décisif, qui nous présente à la fois l'épreuve et la contre-épreuve et qui *illustre* admirablement les considérations que j'ai essayé de développer. Je m'arrête et je me résume.

Non, il n'est pas exact que les théories soient un moyen de soulager la mémoire ; en fait, elles ne servent pas ou presque pas à cela. On s'éloigne un peu moins de la vérité en disant qu'elles ont pour but de coordonner les lois ou de les présenter sous un énoncé plus simple ; mais ce but n'est que secondaire et accessoire, ou plutôt, ni la coordination, ni la simplicité ne sont par elles-mêmes un but véritable. Le but véritable est la connaissance de la nature, l'explication des lois par leurs causes.

Nous devons poursuivre ce but parce que nous le pouvons. Nous le pouvons, s'il est vrai qu'il nous est donné de connaître des faits naturels quelconques, car nul ne peut

(1) On sait que M. Berthelot, autre adversaire de la théorie atomique, après avoir débuté avec éclat comme *découvreur* en chimie, s'est également tourné vers la partie physique de la science.

assigner une limite à nos recherches et fixer un moment où nous sortirions du fait pour tomber dans le symbole. Un fait est une proposition vérifiée; une hypothèse est une proposition à vérifier; entre l'un et l'autre, il y a une différence de certitude, aucune de nature.

Nous le devons, parce que tel est l'intérêt capital de la science. La connaissance de la nature est le seul objectif capable de soutenir la curiosité scientifique; la conformité avec la nature, prise pour but, est un guide dans la construction des hypothèses; réalisée, elle est la condition de la fécondité des théories.

Sans doute, aucune des grandes hypothèses qui ont cours dans la science ne peut être considérée comme définitive; toutes sont certainement incomplètes sous quelques rapports en même temps que chargées de détails inutiles. Elles sont fécondes dans la mesure où elles sont exactes et trompeuses dans la mesure où elles s'écartent de la réalité. Il faut donc les appliquer avec prudence, en vérifier constamment les conséquences, mais n'en pas méconnaître le caractère. Il faut notamment maintenir ce principe que toute contradiction entre deux théories ou entre deux parties d'une théorie est un signe infaillible d'erreur, qu'on peut tolérer provisoirement, mais qu'on doit s'attacher sans cesse à faire disparaître.

Restons donc fidèles aux vieux principes, éternellement vrais. Proposons-nous, non pas d'élaborer des symboles plus ou moins utiles, mais de connaître la nature. Dût-on nous trouver « vieux jeu », ou même nous accuser de faire de la métaphysique, avouons cette noble ambition. Là est la vérité, là est la science.

E. Vicaire.

LE GRAND PAQUEBOT MODERNE

ÉTUDE SUR LES DERNIERS PROGRÈS
DE LA NAVIGATION COMMERCIALE A VAPEUR

Fluctuat nec mergitur.

Un grand paquebot moderne, avec tous les organes mécaniques qu'il renferme, actionnés par le feu, l'eau, la vapeur, l'électricité, l'air comprimé, etc., peut être, jusqu'à un certain point, comparé à un être vivant, splendidement organisé pour une vie aussi puissante qu'active. Cette comparaison est souvent venue à notre esprit pendant les longues traversées qu'il nous a été donné d'effectuer à bord de quelques-uns des plus beaux spécimens de l'architecture navale moderne, tant français qu'étrangers. Elle s'imposait surtout dans les heures de veille passées à côté du capitaine ou de ses officiers de quart sur la passerelle du commandement, dans la chambre des cartes ou à côté dans le kiosque de la timonerie. Là, tout particulièrement, près de la barre à vapeur (machine à gouverner), on se trouve dans ce qu'on pourrait appeler la tête de ce corps gigantesque et d'organisation compliquée, dont l'âme est le commandant, le cerveau les officiers et timoniers de garde, et les yeux les hommes de veille aux bossoirs. Les fils métalliques conduisant de là, grâce à l'électricité, les

ordres du personnel naviguant aux divers postes de service, représentent fort bien les filets nerveux de l'animal ; les tubes acoustiques, également transmetteurs d'ordres, son appareil auditif ; comme les conduites d'eau, d'air et de vapeur, circulant partout, peuvent être jusqu'à un certain point comparées aux trachées, bronches, veines et artères portant les liquides nourriciers et les gaz vitaux, c'est-à-dire la vie, dans tous les organes et les membres divers du grand léviathan flottant. De même, la machine, avec ses 70 à 80 pulsations par minute, nous rappelle le cœur, cette pompe aspirante et foulante qui travaille à peu près dans les mêmes limites d'activité, et qui chez l'animal, — mettons chez l'homme, car le noble paquebot est digne de lui être comparé, — transmet le sang jusqu'aux extrémités du corps et leur permet ainsi d'obéir aux impulsions motrices parties du cerveau et leur arrivant par les nerfs. Ici la vapeur remplace le sang, les pistons représentent les oreillettes et ventricules, comme les soupapes rappellent les valvules. D'un autre côté, les chaudières avec leurs milliers de tubes semblent représenter les poumons qui mettent le sang en contact avec l'oxygène. On peut comparer les foyers de la chaufferie à l'estomac, le charbon remplaçant les aliments solides et donnant, grâce à sa combustion, l'énergie nécessaire pour faire mouvoir la machine, de même que la nourriture engendre la force motrice des mouvements du cœur et des poumons, par le moyen de la digestion. La circulation du sang engendré par les aliments, réchauffé et oxygéné par les poumons, épuré par le foie, a pour analogue la circulation de la vapeur produite dans les chaudières, et passant dans la machine et ses divers organes. Si le sang brûlé et chargé d'acide carbonique se régénère dans les capillaires bronchiaux, la vapeur détendue, épuisée par son passage à travers les cylindres, vient se refaire pour ainsi dire dans les milliers de tubes du condenseur. Là, refroidie par un courant d'eau fraîche envoyé par une pompe centrifuge, qui représente

les mouvements respiratoires, elle reprend l'état aqueux, comme le sang veineux redevient sang artériel dans les poumons.

L'hélice, double aujourd'hui, triple demain, comme elle l'est déjà sur certains grands bâtiments de guerre, est pour le navire ce que sont les pieds pour l'animal terrestre, les ailes pour l'oiseau, les nageoires pour le poisson. Le gouvernail est aussi nécessaire au navire que l'est la queue à ces derniers. Quant aux mains de l'homme et aux organes de préhension des animaux, les ancres diverses en tiennent lieu à bord. Grâce à elles et à leurs chaînes d'amarrage, le navire peut s'immobiliser sur place et résister à la poussée des courants atmosphériques et marins : c'est ainsi que l'homme s'ancre au moyen de ses mains et de ses bras quand il lui faut lutter contre l'ouragan ou le courant d'un fleuve. Un grand paquebot peut facilement mettre dehors de quatre à six ancres, quand il s'agit d'assurer son mouillage contre l'effort de la tempête.

Il n'est pas jusqu'aux excrétions diverses qui ne trouvent leurs analogues dans l'économie du paquebot. Si le charbon tient dans les fourneaux la place des aliments dans l'estomac, engendrant comme eux la chaleur vitale, les cendres, résidu solide de la combustion, sont comparables aux produits ultimes de la digestion animale. Comme eux, elles sont expulsées par des conduits spéciaux, *vomitoria* de la chambre de chauffe. Enfin, l'action lubrifiante des huiles dans les organes des machines peut être assez bien comparée à celle de la synovie dans nos articulations.

Par une suite logique, les maladies du règne animal ont leurs analogues sur le bateau à vapeur. C'est ainsi que les croûtes de sel qui se forment dans les chaudières nous rappellent les calculs de la vessie. Les poussières introduites dans les organes de la machine y amènent un accroissement de frottement, qui cause bientôt des échauffements tels que l'on doit arrêter le mouvement, sous peine

de voir se produire des fractures graves. N'est-ce pas là exactement l'analogue de la goutte, due, comme on le sait, à des dépôts solides dans nos articulations?

Nous ne pousserons pas trop loin cette comparaison un peu originale; nous n'irons pas jusqu'à assimiler les feux de position aux yeux d'un monstre marin, et imiter les Chinois qui, ne connaissant pas l'usage de ces feux, les ont remplacés par deux yeux gigantesques sculptés et peints sur l'avant de leurs jonques. Il est vrai qu'ils le font non pas pour prévenir les abordages, mais pour permettre au bateau de voir son chemin; car, comme ils l'expliquent dans leur pittoresque langage anglo-chinois dit *pigeon-english :* " *No can see no can save* „, c'est-à-dire, en bon français : « faute de voir, il ne peut savoir. » Nous ne comparerons pas davantage le puissant sifflet ou la sirène à vapeur du paquebot avec l'organe si délié de la parole humaine, ou les sons du premier au beuglement du bœuf sauvage qu'il imite parfois si bien, entre autre sur les navires américains.

La comparaison du steamer moderne avec l'être vivant pèche d'ailleurs par sa base. Le *mens agitat molem* n'existe pas dans le paquebot, tout magnifique et perfectionné qu'il soit. La vie y est factice; elle lui vient du dehors et non pas *ab intus,* comme chez l'homme; celui-ci, possédant un principe vital, une âme enfin qui commande aux organes et fait fonctionner tout l'individu, n'a besoin de prendre au dehors que le soutien physique du corps par la nourriture quotidienne. En un mot, le paquebot n'est qu'un automate, merveilleux, il est vrai, et laissant bien loin derrière lui tout ce que Vaucanson et Robert Houdin ont produit de plus perfectionné dans ce genre.

I

CONSTRUCTION DU PAQUEBOT.

Disons maintenant comment on construira ce grand paquebot, en le prenant au point où il n'existe encore qu'à l'état d'épures sur le papier quadrillé de l'ingénieur ou de courbes à la craie sur le plancher de la salle de dessin, dite salle à tracer. Car, avant même de songer à poser, non la première pierre de cet édifice, mais ce qui en tient la place, à savoir la première tôle ou patin de la quille, il a fallu en dresser le plan soigneusement coté et en calculer rigoureusement toutes les parties. On a dû étudier avec le plus grand soin les courbes si compliquées de la carène, déterminer avec une précision mathématique le nombre des trous à percer et des rivets à forger, en fonction du poids et de l'étendue des tôles qui devront se recouvrir et se coudre ensemble au moyen desdits rivets. Qu'il y ait une erreur de quelques millimètres dans le percement des trous, ceux-ci ne coïncideront plus et la tôle est à remplacer. On se rappellera à ce propos que, pour un travail analogue, la construction de la tour Eiffel, on a calculé tous les détails avec une exactitude merveilleuse; de là le succès du montage.

De ce travail préparatoire dépendent, non seulement l'esthétique du beau corps à construire, mais, ce qui est autrement important et véritablement grave, les qualités nautiques et la solidité du navire. Une erreur de calcul dans l'estimation des courbes rendra le bâtiment instable, c'est-à-dire qu'il pourra bien s'engager d'abord, mais qu'il chavirera dans la suite : c'est ce qui arriva le 6 septembre 1870, dans le golfe de Gascogne, au fameux cuirassé anglais *Captain*, qui sombra avec presque tout son équipage et son ingénieur-constructeur Coles. Ou bien il peut encore se faire, et ceci est plus fréquent, que les formes

trop amples par rapport à la longueur opposeront une telle résistance à la mer, qu'on ne pourra donner au navire la vitesse voulue qu'en consommant une quantité de charbon hors de toute proportion avec les conditions économiques de l'entreprise. C'est en partie à une erreur de cette nature qu'on attribue l'insuccès du fameux *Great Eastern*, qui, pour une longueur de 210 mètres, avait une largeur maxima de 25 mètres. On sait en effet que la résistance à la marche due au frottement des molécules liquides sur la carène, est proportionnelle à la section immergée du maître-couple (1) et au carré de la vitesse (2). On comprendra mieux sans doute l'importance de cette résistance, et par suite la nécessité d'arriver à des formes fixes par rapport à la longueur, quand nous dirons que sur un navire comme *La Touraine*, par exemple, où la section du maître-couple immergé ne représente pas moins de 104.78 mètres carrés, la vitesse moyenne 18.33 nœuds, et le coefficient d'utilisation 415, la résistance est donnée par l'équation $R = 415 \times 104^{m^2}.78 \times (18.33)^2$. Or le moteur, pour vaincre cette résistance, doit développer une force au moins égale, et même légèrement supérieure ; car nous n'avons pas parlé de la résistance de l'air à la carène émergée et à la mâture (200 mètres carrés pour *La Touraine)*, qu'il faut aussi faire entrer en ligne de compte.

On voit par là combien il importe de donner aux paquebots rapides des formes aussi fines que possible. On appelle *finesse de la carène* d'un bâtiment le rapport de sa longueur à sa largeur; plus exactement, c'est le rapport du volume de la carène à celui d'un parallélipipède enveloppant, ayant comme base le rectangle circonscrit au maître-

(1) Le maître-couple est la section verticale pratiquée dans la plus grande largeur du navire; sa surface immergée est l'aire de cette figure au-dessous de la ligne de flottaison.

(2) Cette loi est exprimée par la formule $R = KB^2V^2$, dans laquelle R est la valeur de la résistance, K un coefficient constant pour chaque navire, B^2 la surface du rectangle immergé du maître-couple, et V^2 le carré de la vitesse.

couple immergé, et comme hauteur la longueur du navire à la flottaison. C'est, pour parler en termes de métier, le produit de l'*acuité* par le *coefficient de la finesse* du maître-couple. L'acuité est elle-même mesurée par le rapport du volume de la carène à celui d'un cylindre ayant pour base la partie immergée du maître-couple, et pour hauteur la longueur du navire à la flottaison. Le maître-couple a, de son côté, plus ou moins de finesse, suivant que le rapport de sa surface à celle du rectangle enveloppant est plus ou moins réduit. Pour les navires très fins, devant donner des vitesses de 20 à 25 nœuds, le rapport du volume de la carène à celui du parallélipipède enveloppant peut descendre jusqu'à 0.35; tandis que sur des bateaux à formes larges, qui ne doivent pas donner plus de 12 nœuds, la carène se rapproche beaucoup plus de la forme de la boîte; son rapport au volume géométrique enveloppant est de 0.82. Sur *La Touraine*, il est de 0.58.

Si nous considérons la largeur du maître-bau (1) par rapport à la longueur, nous trouvons qu'elle se rapproche du dixième de la longueur sur les grands paquebots rapides, surtout sur les nouveaux types de la Compagnie des Messageries Maritimes, où le rapport 1/10 semble être le *canon* de construction. Les Anglais s'écartent plus de cette règle; chez eux le rapport se rapproche de 1/9. Nous avons vu que sur le *Great Eastern* il était exagéré.

Exemples :

Messageries Maritimes : *Armand Béhic*,	long. = 152m95,	larg. =	15m26.
Compagnie Gle Transatlantique : *La Touraine*,	„ 163m65,	„	17m10.
Cie Cunard (anglaise) : *Campania*,	„ 189m10,	„	19m83.
Cie angl. Eastern Steam Navig. : *Great Eastern*,	„ 210m75,	„	25m30.

Mais revenons à la construction de notre paquebot. Supposons que ses formes ont été calculées au mieux des intérêts de la Compagnie, et que les plans dûment examinés

(1) On nomme maître-bau la poutre horizontale supérieure du maître-couple ou section transverse maxima.

ont été approuvés par le conseil d'administration, qui a pleine confiance dans son ingénieur, choisi d'ailleurs parmi les plus distingués des constructeurs de la marine de l'État. On relève en grandeur naturelle, sur le plancher peint en gris de la salle des *gabarits* ou salle à tracer, les courbes des membrures et des tôles de la carène. On établit des modèles en bois (gabarits), à l'échelle réduite au 1/20 ou au 1/50, surtout pour les pièces telles que l'étrave et l'étambot. Plans cotés et gabarits sont envoyés aux grandes usines métallurgiques, les mêmes qui fourniront aussi les grosses pièces de la machine, telles que cylindres et arbres de couche. Certaines compagnies se servent en Angleterre ; d'autres traitent en France avec le Creusot, ou fondent leurs pièces moins importantes dans leurs ateliers, à La Ciotat où à Saint-Nazaire.

Le bois est abandonné depuis longtemps pour la construction de la carène des paquebots : il devenait rare, coûtait trop cher, et n'offrait plus la résistance suffisante, étant données les dimensions toujours croissantes des navires. Le fer lui a succédé ; mais il a été détrôné à son tour depuis que, grâce aux nouveaux fours Siemens, on a pu obtenir à bon marché l'acier malléable par la fonte directe.

Le premier paquebot à vapeur en fer fut naturellement construit en Angleterre, où se trouvent les plus riches mines de fer et de houille, ce qui fait que la matière première y est à meilleur marché que partout ailleurs ; ce fut le fameux steamer à roues *Persia*, lancé en 1856 (1). Ce n'est que depuis quelques années seulement que nos grandes compagnies françaises ont adopté l'acier, qui se prête encore mieux que le fer à une construction à la fois solide et légère.

Grâce à l'emploi de ces métaux, le poids de la coque

(1) Le premier bâtiment en fer avait été le voilier *Aaron Manby*, construit à Horsby en 1820, puis démonté et remonté à Londres en 1821.

rapporté au poids d'eau déplacée par le navire a considérablement diminué. De 46 p.c. dans les bâtiments en bois, il est tombé à 34 p.c. dans les bâtiments en fer, et au-dessous de 30 p.c. dans les constructions en acier. La durée des bâtiments a été notablement augmentée : un navire en bois ne durait pas plus de 12 à 15 ans, tandis qu'on admet une durée d'au moins 25 années pour les paquebots en acier des grandes compagnies de navigation. Encore cette limite n'est pas le résultat de leur usure définitive, mais bien celui de progrès si rapides dans la construction et l'armement que l'on se voit obligé de remplacer sans cesse les anciens navires, pour lutter efficacement avec l'augmentation constante des vitesses et des capacités de chargements; autrement l'âge de la mise en retraite de service serait considérablement reculé. *Le Coligny* de la marine de l'État, construit en 1844, naviguait encore en 1884, après quarante ans de services.

Un second avantage de la construction en acier, c'est qu'à dimensions égales à l'extérieur, les navires ont une plus grande capacité interne, vu la moindre épaisseur des membrures du bordé, toujours très épais sur les navires en bois. L'acier a même de ce côté un léger avantage sur le fer, car la résistance supérieure du premier a permis de réduire encore l'épaisseur des tôles. Par suite, le poids de la coque a été diminué d'une quantité notable dont ont profité le chargement et les machines, sans augmenter le tirant d'eau. Cette dernière condition est très importante, tant au point de vue de l'économie de gestion que des facilités données à la navigation, surtout au passage des barres et à l'entrée dans les ports et bassins.

Les navires en bois faisaient facilement eau par leurs nombreuses jointures ; les cales étaient rarement sèches, et après un coup de vent ils étaient, comme on disait, tellement *décousus* que les pompes n'arrivaient pas toujours à combattre l'envahissement des cales par la mer.

Ils sombraient donc très facilement. Avec l'acier, l'étanchéité des joints est devenue parfaite ; l'opération si fréquente et si dispendieuse du calfatage a été supprimée, les cales sont toujours sèches. Les marais pestilentiels que l'on trouvait au fond des bâtiments en bois ont complètement disparu, pour le plus grand bien de l'équipage, sans parler de celui des marchandises.

Enfin, dans un échouage ou un abordage, un navire en bois se démolissait beaucoup plus rapidement en se décousant de toutes parts, et les réparations étaient souvent tellement coûteuses qu'on préférait l'abandonner. En cas de coulage, il était très difficile sinon impossible de le relever. Avec les navires en acier, les réparations sont assez difficiles loin d'un atelier de forge ; mais la diminution de poids a permis de doubler leur résistance et d'augmenter de beaucoup les facilités de renflouement par l'introduction du système dit cellulaire et à cloisons étanches. Grâce à ce procédé, appliqué pour la première fois sur le *Great Eastern,* en mai 1854, un grand paquebot moderne se compose dans les fonds de deux coques semblables introduites l'une dans l'autre ; elles sont maintenues séparées à une distance d'un peu moins d'un mètre par une série de cloisons formant des cellules étanches, dont un grand nombre peuvent se remplir d'eau sans compromettre la stabilité du navire. L'intérieur même du paquebot a été divisé en grands compartiments étanches, dont deux peuvent être remplis d'eau sans que le navire cesse de flotter. Nous reviendrons plus loin sur ces détails.

Ces dispositions ont un tel avantage qu'elles ont permis de renflouer, par plus de dix mètres de profondeur, d'immenses paquebots coulés par un abordage, tels que *L'Utopia,* sombré il y a quelques années dans la rade de Cadix, *L'Austral,* en rade de Sydney, etc...

Pour renflouer un vaisseau, les plongeurs ferment la brèche par l'application d'un bouclier muni sur ses bords de contacts en caoutchouc. On bouche hermétiquement

toutes les ouvertures, panneaux, sabords et autres, puis, en refoulant de l'air dans le navire, on en chasse l'eau et on l'amène à la surface. D'autres procédés sont encore employés, mais leur description nous entraînerait trop loin. Il nous suffit de dire que leur emploi n'est possible qu'en raison de l'étanchéité parfaite que l'on ne peut obtenir qu'avec des coques en fer ou en acier.

Le premier paquebot en acier fut le *Le Servia*, construit à double fond par la puissante compagnie anglaise Cunard, en 1881. En France, la Compagnie Générale Transatlantique suivit cet exemple en 1883 pour son paquebot *Champagne*, et la Compagnie des Messageries Maritimes adopta l'acier en 1884 pour son cargo-boat *Ortégal*. L'acier sera-t-il détrôné à son tour par un métal plus léger ? La chose paraît probable, puisque l'on a déjà construit en Angleterre de petits yachts en aluminium (1), et qu'en Amérique, à Chicago, on en revêt la façade des maisons. Les progrès de la science humaine sont incessants ; qui donc oserait aujourd'hui leur assigner une limite et dire : cela ne se fera pas ? Qui sait ce que nous réserve l'avenir et les découvertes futures de la science ?

Tout le monde a vu construire une maison moderne : celle-ci commence à ressembler pas mal, elle aussi, à un corps savamment organisé pour la vie, surtout quand il s'agit d'un de ces grands magasins où les exigences du commerce et le confort du public exigent, comme à bord d'un navire, l'emploi de la vapeur et de l'électricité. Par contre, en dehors des habitants de nos grands ports et chantiers maritimes, peu de personnes ont eu l'opportunité d'assister à la naissance, à la construction, veux-je dire, d'un paquebot dernier modèle. Nous ne possédons en effet en France que quatre grands chantiers à paquebots ; nous ne comptons pas ici les arsenaux militaires, l'étude

(1) Nous devons cependant rappeler que l'aluminium est attaqué par l'eau salée.

du navire de guerre étant en dehors de notre sujet. Ces chantiers sont Le Havre, Saint-Nazaire, La Ciotat et La Seyne.

Dans un des magnifiques arsenaux de la Compagnie Générale Transatlantique ou des Messageries Maritimes, à Saint-Nazaire ou à La Ciotat, on peut assister à cette synthèse merveilleuse qui, au moyen d'un petit nombre d'éléments tels que les métaux, le bois ou le verre, combine et achève ce superbe instrument de commerce, le grand paquebot d'aujourd'hui, *La Touraine* ou *L'Armand-Béhic*.

L'homme, formé par Dieu d'une chair bien peu solide, arrive avec ses dix faibles doigts dirigés par une intelligence supérieure et servis par les puissantes machines qu'il a su créer, l'homme, dis-je, parvient à élever ce splendide édifice avec lequel il brave victorieusement vents et marées, fussent-ils aussi puissants que les typhons des mers de Chine ou la grande vague de l'Océan Atlantique. Il donne à ce corps de fer la vie et l'action en y enfermant la vapeur et la foudre qu'il dirige ensuite à son gré.

Pendant que, dans les grandes usines métallurgiques telles que le Creusot, on lamine les tôles destinées à la carène, on fond les cylindres et l'on martèle les arbres de couche du futur steamer, un autre travail s'accomplit au port de construction. Il s'agit en effet d'établir la *cale*, c'est-à-dire la base sur laquelle va s'élever le navire. Cette cale représente les fondations d'une maison, avec cette différence qu'ici le bâtiment, quand il sera achevé, se détachera de ses fondations, qui serviront à la construction d'autres navires, en y apportant toutefois les modifications voulues par les changements de type. Bien qu'en général la coque seule du bateau soit élevée sur la cale de construction, les aménagements intérieurs et les machines n'y étant installés qu'une fois le navire mis à l'eau, cette cale doit cependant être établie de façon à pouvoir supporter sans fléchir aucunement des poids bien plus formidables

que ceux d'une maison à six étages. En effet, vide et réduite à sa plus simple expression, une coque en acier arrive aujourd'hui au poids respectable de 9000 tonnes (9 millions de kilogrammes): témoin celle du *Campania,* le dernier paquebot construit en 1892 par la compagnie Cunard en Angleterre. Celle du *Great Eastern*, le plus grand vapeur qui ait existé (210 mètres de longueur), ne pesait que 8000 tonnes. On comprendra qu'il est absolument important que le terrain choisi soit des plus solides, autrement on risque fort de voir se produire des tassements ou glissements qui peuvent compromettre l'existence même du bâtiment. C'est ainsi qu'il y a peu d'années, un grand paquebot s'est arrêté à mi-chemin au moment du lancement, puis s'est à demi rompu sous la poussée inégale de l'eau parce qu'elle ne s'exerçait que sur une partie de sa longueur. Cet accident, qui a coûté près d'un million en réparations, était dû à un tassement inégal dans le sol d'alluvion qui supportait la cale.

Lorsque le terrain ne présente pas une solidité suffisante, ainsi que cela arrive presque toujours dans les ports situés sur les vases des grands fleuves, comme à Londres et à Saint-Nazaire, on le consolide par des procédés spéciaux tels que pilotis et bétonnage. Pour construire le *Great Eastern*, à Millwall dans la Tamise, où la vase avait neuf mètres d'épaisseur, on dut battre à refus 14 000 pilotis de dix mètres de longueur.

A l'inverse des fondations d'une maison, la cale est inclinée, afin que le navire débarrassé de ses entraves descende de lui-même à l'eau. La valeur de cette pente varie suivant les circonstances locales du terrain et la résistance du sol. Elle dépend aussi de l'importance du navire à construire et des usages du pays. On la détermine par une formule algébrique. En effet, pour que le glissement du navire puisse s'effectuer, il faut que la résistance des parties du bâtiment qui frottent sur la coulisse de lancement soit inférieure à la composante du poids du

navire suivant la direction de la surface de glissement. En France, dans nos arsenaux maritimes, on donne en général une pente de 1/12, soit 0^m083 par mètre, pour les gros navires. En Angleterre, cette inclinaison varie de 1/14 à 1/16, soit 0^m071 à 0^m060 par mètre, pour les navires de guerre, et 1/22 ou environ 0^m047 par mètre pour les bateaux de commerce.

La direction de la cale, quand on a de l'espace devant soi, est normale à la mer. Dans les rivières assez larges on la construit un peu dans le sens du courant, de façon qu'à son entrée dans l'eau le navire ne soit pas pris tout à fait en travers par le courant, mais que celui-ci l'aide au contraire à quitter sa cale. Dans les endroits où l'espace fait défaut, on va même jusqu'à construire le bateau parallèlement au rivage. La longueur inusitée du *Great Eastern* et le peu de largeur proportionnelle de la Tamise à Millwall obligèrent à employer cette dernière méthode. Enfin, quand le lancement se fait dans un port à marée, on attend le moment où la mer ne monte ni ne descend, où elle est *étale* (1), afin d'éviter des accidents pouvant compromettre l'opération.

Le navire à construire ne reposera pas directement sur le sol, mais sur des échafaudages spécialement établis. C'est pour cela qu'on remarque au milieu de la cale une série de grandes consoles ou tasseaux régulièrement espacés. Ils sont formés de solides madriers de chêne, dits *longuerines*, placés les uns sur les autres et soigneusement reliés entre eux. Ils diminuent de longueur en proportion de la hauteur, et les consoles ainsi constituées, de forme trapézoïdale, prennent le nom de *tins*. Équidistantes et parallèles les unes aux autres, elles forment une série de petits murs de hauteur uniforme pour toute la longueur de la quille à laquelle elles serviront de base, ainsi qu'aux extrémités du navire l'étrave pour

(1) *Les Paquebots à grande vitesse*, par Maurice Dumoulin. Paris, Hachette et Cie, 1887.

l'avant, l'étambot pour l'arrière. Ces deux pièces, destinées à supporter des efforts considérables, sont en fer forgé et atteignent des poids très élevés (25 tonnes pour l'étambot) ; aussi les tins extrêmes qui les supportent doivent-ils être plus forts et plus rapprochés que ceux de la quille. Entre l'étrave et l'étambot s'élèveront, perpendiculairement à la quille et soutenues par des échafaudages spéciaux, les côtes du navire, dites membrures ou couples. Le tout représente assez bien le squelette d'un gigantesque saurien échoué sur la berge. Tout autour s'élèvera, au fur et à mesure de la construction, une forêt d'échafaudages en bois, munis de planchers reliés par des plans inclinés, permettant aux ouvriers de mettre en place les tôles qui formeront la coque et de les coudre ensemble sur place au moyen du rivetage.

L'échafaudage du *Great Eastern* ne mesurait pas moins de 30 mètres d'élévation, et des tours situées aux quatre coins servaient à hisser les matériaux, et à donner accès aux divers étages des planchers.

Un chemin de fer apporte à pied d'œuvre les tôles et pièces destinées à la carène. Elles sont soigneusement examinées par les ingénieurs, comparées aux plans, puis livrées à des ouvriers spéciaux dits marqueurs. Ceux-ci, relevant sur les gabarits ou tracés les mesures des pièces, rectifient leurs contours et y indiquent, à la craie, la place exacte des trous à percer pour recevoir les rivets. Les pièces sont alors apportées au moyen de grues roulantes devant les machines qui les cisaillent ou les perforent suivant les besoins. Le fer se laissait percer sans bruit ; l'acier donne signe de vie. Au moment où le poinçon le presse, il se défend un instant puis cède tout d'un coup avec le bruit d'un coup de pistolet. La quantité de trous ainsi percés dans le contour des pièces est très considérable, la distance entre eux n'étant que de quelques centimètres et les rangées de trous étant souvent doubles et triples. Le nombre en est déterminé mathématiquement

en fonction du poids des tôles. Celles-ci seront ensuite fixées les unes aux autres et pour ainsi dire cousues ou soudées ensemble au moyen de rivets en fer, qu'on introduit dans les trous et dont on écrase les extrémités jusqu'à refus au moyen d'un martelage énergique.

Pour faciliter cette opération, les rivets sont chauffés jusqu'au rouge dans des forges portatives. Depuis quelques années, on remplace le frappage à la main par celui fait à la machine hydraulique ou même électrique. On jugera du travail que représente l'opération du rivetage, quand on saura qu'un grand paquebot ne demande guère moins de 3 millions de rivets, chiffre atteint dès 1854 pour la coque du *Great Eastern*. Il promet même d'être dépassé cette année dans la construction du *Gigantic*, étant donné que ce colosse n'aura pas moins de 213,50 mètres de longueur, soit 2,75 mètres de plus que le *Great Eastern*, qui n'avait que 210,75 mètres.

Il importe que ce travail, toujours confié à des ouvriers aussi experts que consciencieux, soit très surveillé par les ingénieurs. En effet, un rivet oublié causera une petite voie d'eau qui compromettra l'étanchéité des cales et causera, non la perte du navire, mais celle des marchandises abîmées par le contact avec l'eau de mer. De là des procès en dommages et intérêts qui, quand il s'agit de produits riches comme le thé, la soie, les étoffes, etc., peuvent coûter fort cher aux armateurs. De même, des rivets mal battus s'oxydent rapidement et finissent par se décapiter et tomber, ouvrant ainsi passage à l'eau.

Les premières pièces étant arrivées sur le chantier, on commence par poser à plat sur les tins la *savate* de la quille, long patin de tôle ayant toute la longueur du fond du navire. Au-dessus, une série de cornières sont rivées verticalement; elles mesurent un peu moins d'un mètre de hauteur et constituent la quille proprement dite, véritable épine dorsale sur laquelle viendront se souder les côtes, dès qu'un nombre suffisant de tôles en équerre dites *gal-*

bords auront rattaché à la quille les premières bandes de tôle ou *virures* formant le fond du bâtiment. Ces tôles fondamentales sont d'un échantillon plus épais que celles qui formeront les flancs ou bordé. Cependant, on a remarqué que dans la partie du navire qui tantôt émerge, tantôt plonge en raison de l'état du chargement, et qui a nom *préceintes*, l'oxydation est plus rapide que dans les parties toujours sous l'eau. En conséquence, on a augmenté l'épaisseur de cette partie du bordé sur une hauteur correspondante. Les préceintes mesurent, en général, deux à trois mètres de largeur, s'étendant du quart au tiers du creux du navire. Une autre raison de cette mesure, c'est que là les flancs du navire sont exposés à d'autres accidents, tels que heurts, abordages, coups de mer. On ne s'imagine guère la force d'un coup de mer. L'amiral Labrousse a calculé que, dans certains cas, le choc d'une lame dépasse 40 000 kilogrammes de pression par mètre carré de surface (1).

L'épaisseur à donner aux tôles est, comme les poids des diverses parties de la machine, fournie par une formule algébrique dans laquelle on fait entrer le déplacement, la longueur, la largeur et la profondeur du navire (2). Les virures en fer mesuraient autrefois jusqu'à 20 millimètres d'épaisseur (19^{mm} sur le *Great Eastern)*. Grâce à la plus grande résistance de l'acier, on a pu diminuer l'épaisseur du bordé, auquel on ne donne plus que 14 à 15 millimètres. Cette peau de fer, *skin,* comme l'appellent les Anglais, est un véritable épiderme; comparée à la peau humaine, elle

(1) *Mémoire sur la navigation à grande vitesse,* par J. Gaudry, 1892, p. 10.

(2) Dans les chantiers anglais, on emploie la formule $T = \frac{WL}{800\,B\,D}$, où T = épaisseur en pouces de la carène;
W = déplacement en tonnes.
L = longueur du navire
B = largeur „ „ } en pieds.
D = profondeur „ „
Cfr *The Naval Architect's and Shipbuilder's Pocket-Book,* by Clement Mackrow, London, p. 447.

est relativement beaucoup moins épaisse, cette dernière ne mesurant au plus que 2 1/2 millimètres. C'est même une véritable pelure d'oignon, si on la rapporte à la dimension du grand corps qu'elle recouvre. On peut s'en faire une idée si l'on réfléchit que, sur un plan au centième (soit $1^{m},50$) d'un paquebot de 150 mètres de longueur, l'épaisseur de la coque (15^{mm}) est représentée par un trait d'un dixième et demi de millimètre de largeur, à peu près l'épaisseur d'un cheveu. On comprend que, pour la soutenir, il faut employer un nombre considérable de membrures. En effet, sur un paquebot de 150 mètres, on n'en compte pas moins de 224. La résistance à l'enfoncement devient ainsi bien supérieure à celle que produit un coup de mer : la coque d'un navire en acier reste d'une sensibilité extrême aux chocs contre un corps solide, on pourrait dire à tout attouchement. Un capitaine qui s'en rendait un compte exact nous disait un jour : « Il faut manœuvrer ces navires comme s'ils étaient en verre. » Cette expression est d'autant plus juste que, dans certaines circonstances, par une température très froide par exemple, l'acier se fend comme une glace. Par contre, à la température ordinaire, ce métal possède une élasticité bien supérieure à celle du fer et assure beaucoup mieux la solidité du bâtiment qui en est construit. Si elle était par trop rigide ou trop molle, cette sorte de grande poutre creuse qui a nom paquebot ou cargo-boat se briserait ou se déformerait complètement dans certains accidents, par exemple un échouage.

Nous avons vu un cargo-boat en acier, le premier construit par une compagnie, laissé en partie à sec sur un banc de sable dur. Une longueur de près de 45 mètres, chargée de 1200 tonnes de marchandises, se trouva à mer basse complètement en l'air en porte-à-faux. Malgré la puissance effrayante de la force exercée sur le bras de levier constitué par l'avant ainsi laissé suspendu sans soutien, le navire put être renfloué, à la haute mer suivante,

sans s'être brisé. Il n'avait subi qu'une déchirure d'un côté seulement, allant du pont supérieur à la flottaison, et un relèvement intérieur de la machine de 10 centimètres. Remis à flot, la fente, qui mesurait au maximum 2 centimètres d'écartement à la partie supérieure, se referma à 2 millimètres. D'un autre côté, le poids de la machine refoula la déformation de la carène, comme on redresse d'un coup de pouce le fond d'une timbale d'argent bosselée par une chute. Dans de pareilles conditions, un navire en bois ou en fer se fût brisé ou déchiré jusqu'à la quille. Ceci donne une mesure de l'élasticité des constructions en acier, et cet échouage fut une expérience que l'ingénieur constructeur n'eût certes pas osé tenter, mais dont il se montra fort satisfait.

Comme on veut toujours aller plus vite, coûte que coûte, on est amené à construire des navires de plus en plus fins, devant opérer de longues traversées, transporter un nombre considérable de passagers — on va aujourd'hui jusqu'à 2000, demain on atteindra les 4000 du *Great Eastern* (1) — et prendre, en même temps, une grande quantité de marchandises, il faut, pour arriver à une exploitation rémunératrice, augmenter en proportion les dimensions du navire. On est ainsi amené forcément à construire une sorte de long coin d'acier, armé de machines d'une puissance colossale qui s'élève jusqu'à 30 000 chevaux sur le *Campania*.

Comme la résistance de la mâture aux vitesses actuelles de 20 à 25 nœuds est très considérable et cause une consommation de charbon proportionnelle, on arrivera peu à peu à la supprimer. Sur certains navires de guerre, elle est remplacée par de simples mâts de pavillon destinés à porter les signaux.

Le tableau suivant, qui donne les trois dimensions principales de quelques-uns des plus grands paquebots

(1) Il pouvait porter 15 000 hommes de troupes et 400 hommes d'équipage.

modernes, nous donne une idée du résultat auquel on arrive aujourd'hui grâce aux progrès de la science navale. Nous y avons joint celles du *Great Eastern* comme point de comparaison, ainsi que celles du *Gigantic* actuellement en projet.

Paquebots	Force	Longueur	Largeur	Profondeur	Déplacement	Vitesse	Construction
Touraine. .	12000 chev.	163m35	17m12	11m80	11689 T.	19,54 „	1890
City of Paris.	18000 „	170 68	19 27	12 10	10500 „	21,80 „	1889
Teutonic. .	18000 „	177 40	17 60	12 85	17000 „	20,18 „	1890
Campania .	30000 „	189	19 88	13 10	19000 „	23 „	1892
Great Eastern	11500 „	210 75	25 30	17 19	25000 „	20 „	1858
Gigantic . .	?	213	21	?	?	22 à 27 „	1893

On arrivera certainement sous peu à des vitesses de 25 à 27 nœuds qui, il y a seulement un an ou deux, n'appartenaient qu'aux torpilleurs; par contre, ceux-ci donneront bientôt 30 nœuds à l'heure.

On comprend qu'avec cette augmentation de vitesse on a dû modifier considérablement les formes anciennement en usage, surtout dans les parties d'avant qui constituent l'étrave, le tranche-mer et la guibre. Ces parties, qui s'avançaient en une courbe gracieuse au-dessus des flots, et portaient en général à leur extrémité une statue allongée symbolisant le nom du bâtiment, ont à peu près complètement disparu, ainsi que le mât couché dit *beaupré* qui les prolongeait d'une façon si légère. Une seule compagnie s'obstine à les conserver, même sur ses derniers types tels que le *City of Paris :* c'est la fameuse Compagnie Cunard. A notre humble avis, elle a raison, tant au point de vue esthétique qu'au point de vue pratique. Un navire ainsi construit a bien meilleure tournure ; puis, en cas de rencontre, qu'il aborde ou soit abordé par l'avant, il cause beaucoup moins de mal ou est lui-même beaucoup moins endommagé, car le beaupré et la guibre se brisent l'un après l'autre dans le choc, qu'ils amortissent ainsi considérablement. Le navire abordé par cet avant, surplombant sa

muraille, n'est démoli que dans les parties situées au-dessus de la flottaison. Au point de vue de la vitesse, il y a une plus grande résistance à la mer, l'avant ainsi construit devant la soulever et refouler comme le ferait un soc de charrue ; mais on causera de bien moins grandes avaries au navire abordé. C'est donc en quelque sorte une mesure d'humanité et de sage prudence qui s'impose, surtout maintenant que l'océan est sillonné de navires à grande vitesse marchant à toute vapeur même dans le brouillard, et ce malgré les règlements formels.

Malheureusement, au lieu de chercher à surmonter la vague, on s'applique aujourd'hui à la traverser. On entre dedans résolument, comme le nageur habile plonge tête baissée sous la volute de la lame qui déferle pour ne pas être roulé par elle. Le soc de charrue s'est, à cet effet, transformé en un tranchant d'abord vertical, comme dans les types *Champagne* et *Natal*, puis il s'est peu à peu incliné en arrière, se rapprochant ainsi de la construction adoptée pour les navires à éperon. Sur *La Touraine* cependant, il est encore très légèrement incliné en avant.

Dans ces conditions, l'étrave, large de quelques centimètres à peine, fait fonction d'un coin des mieux acérés, attaque le navire abordé au-dessous de sa flottaison, et le blessant ainsi dans ses œuvres vives, cause trop souvent des malheurs irréparables. Cette différence de construction amène comme conséquence de nombreuses modifications dans la partie supérieure du pont, dont il a fallu défendre les logements de l'avant par une sorte de toit arrondi appelé *teugue*, ressemblant à la partie antérieure de la carapace d'une tortue de mer : d'où le nom anglais de *turtle-back*. Ce toit est armé à sa partie postérieure d'une sorte de brise-lames en tôle d'acier, recourbé vers l'avant afin de rejeter en dehors les paquets de mer. Il a fallu lui donner pour cela cette forme de soc de charrue qu'avait autrefois l'avant, qui se trouve, pour ainsi dire, reportée plus haut et en arrière de l'étrave actuelle.

Cette digression nous ayant entraînés un peu loin, revenons à la construction de la coque. Les premiers fonds du navire étant posés, on élève au-dessus de la quille une sorte de seconde quille intérieure, appelée *keelson* par les constructeurs anglais et *carlingue centrale* chez nous. C'est sur elle que viendront se souder de chaque côté les membrures formées de fers à cornières en T ou mieux de fers en U comme sur *La Touraine*. Elles sont ainsi rendues plus légères tout en conservant une grande résistance. Leur diamètre va en diminuant à mesure qu'elles s'élèvent; cette disposition permettant de donner plus de rigidité aux fonds du navire, tout en facilitant la disposition en caissons étanches d'une certaine capacité. Tous ces caissons, que séparent les uns des autres les parties pleines des membrures dites *varangues* et les cornières longitudinales appelées *carlingues*, constitueront une sorte de double enveloppe cellulaire qui, en cas d'échouage, protégera l'intérieur du bâtiment contre l'envahissement de l'eau. On peut, en quelque sorte, comparer cette organisation à celle que l'on trouve chez les oiseaux, où des sacs à air se trouvent placés sous la peau et permettent à l'animal de diminuer son poids et de se protéger contre les chocs tout en augmentant son volume. La distance entre les deux fonds varie naturellement suivant les dimensions des navires. Sur le *Léviathan* ou *Great Eastern*, la distance entre les deux coques était de 0,864 mètres.

De même que les épaisseurs des tôles, le nombre des membrures est fixé mathématiquement suivant la résistance à obtenir et la taille des bâtiments. D'un autre côté, pour qu'un navire soit coté de la meilleure marque et inscrit comme tel sur les registres du bureau *Veritas* ou du Lloyd anglais, toutes les pièces de la construction ou de l'armement doivent avoir des dimensions et des poids établis pour les meilleures conditions de solidité et de sécurité. Sur un navire de 150 mètres de longueur, par exemple, on ne compte pas moins de 224 membrures,

ce qui les met à moins de $0^m,666$ de distance les unes des autres. Quant au nombre des carlingues qui les rejoignent entre elles, il varie en proportion. Les tôles d'acier du bordé sont alors rivées sur les membrures, puis entre elles ; on a soin de fraiser à l'extérieur la tête des rivets, de façon à ce qu'elle ne ressorte pas sur la carène qui doit être aussi lisse que possible. De sorte que, vue du dehors, la muraille du navire semble d'un seul morceau, bien qu'elle soit en réalité composée de plusieurs milliers de tôles bord à bord et bout à bout. Il ne fallut pas moins de 30 000 de ces tôles pour constituer la coque double du *Great Eastern*. Elles mesuraient en moyenne $3^m,05$ de longueur sur $0^m,838$ de largeur, $0^m,019$ d'épaisseur, et pesaient 373 725 kilogrammes. Nous donnons ces chiffres, bien que ce navire en fer aujourd'hui détruit date déjà de 35 ans, parce qu'on se rapproche actuellement de ses dimensions, qui seront même dépassées cette année par la construction du *Gigantic*, si elle se réalise. Dans le sens de la hauteur et de la largeur, des poutres en fers à T transversales appelées *baux* ou *barrots* relient les deux parties de chaque membrure et servent de point d'attache à d'autres poutres similaires, mais disposées dans le sens de la longueur. Sur ces entretoises sont rivées les tôles de moindre échantillon que celles de la carène (de $0^m,016$ à $0^m,007$ d'épaisseur) qui constituent les ponts ou planchers des divers étages, souvent au nombre de quatre. Sur le pont supérieur, exposé à la mer, on applique un revêtement fait en solides planches de chêne ou de teck, dont les joints sont remplis ou, comme disent les marins, *calfatés* au moyen d'un mastic spécial qui rappelle les étoupes et le brai des anciens navires en bois. Dans l'entre-deux des membrures, les ponts sont supportés par des colonnettes en fer nommées *épontilles*. On accède aux différents ponts et aux cales situées au-dessous, au moyen de larges ouvertures appelées panneaux munies d'escaliers dans les logements, d'échelles en fer pour les cales. Dans ce dernier

cas, ils sont défendus contre la mer, sur le pont supérieur, par un rebord de plus d'un mètre, appelé *hiloire*, et par des panneaux mobiles qu'en grand mauvais temps on recouvre encore de toiles goudronnées dites *prélarts*. Celles qui donnent accès aux logements situés dans les entreponts supérieurs sont recouvertes de constructions munies de portes solides, appelées *roofs* ou *roufs*. Sur les grands paquebots actuels, les salons, fumoirs, logements du personnel, cuisines, etc., sont placés dans des roofs très allongés éclairés par des fenêtres ou des *hublots*, suivant leur importance. Les hublots sont de petites fenêtres rondes, pareilles à celles qui sont percées dans la coque pour éclairer les entreponts, et munies de verres assez épais pour supporter les coups de mer. Sur les grands paquebots des mers de Chine et d'Australie, qui naviguent dans des parages plus calmes que l'Atlantique et sont longtemps entre les tropiques, il a fallu donner aux ouvertures de la coque de plus grandes dimensions, et les cabines sont munies de véritables fenêtres dites *sabords*, de près de 60 centimètres carrés, munies de persiennes, glaces et rideaux. En cas de mauvais temps, on les transforme en hublots en laissant retomber un lourd mantelet ouvrant de bas en haut et muni d'un petit œil de bœuf, le hublot proprement dit. Comme il est fort difficile d'assurer l'étanchéité parfaite de ce système, malgré des écrous de serrage comprimant une bande de caoutchouc, on commence à adopter, à leur place, des ouvertures circulaires d'un diamètre bien supérieur à celui des hublots et très peu inférieur à celui des sabords. On les défend contre la mer au moyen d'un volet mobile en acier qui vient, en cas de mauvais temps, remplacer la glace et se manœuvre, comme elle, de l'intérieur. Nous en avons vu de près de $0^{m},50$ de diamètre sur les grands paquebots de la Compagnie anglaise Orient.

Malgré tous les soins apportés à la consolidation de la coque, cette longue poutre métallique atteint aujourd'hui

de telles dimensions (177 à 200 mètres de longueur) qu'elle subit forcément de légères déformations, surtout lorsque le chargement n'a pas été assez soigneusement réparti. Dans les gros mauvais temps, inégalement soutenue ou frappée par la mer, elle s'infléchit également quelque peu. Bien qu'à peine sensibles, ces déformations n'en sont pas moins ressenties par les machines et surtout par l'arbre porte-hélice, étant données les longueurs considérables de ce lourd moyeu de fer (46 à 60 mètres). Ces dénivellations se font surtout sentir aux points où il repose sur le fond et qu'on nomme *paliers*. Elles se traduisent par un échauffement considérable de l'arbre et des paliers. Si on ne parvient pas à y remédier rapidement, elles peuvent amener des fractures et paralyser ainsi les machines. Une grande compagnie française, celle des Messageries Maritimes, a remédié à ce danger en intercalant sur l'arbre de couche un joint universel qui, grâce à son poids, sert encore de volant d'entraînement.

Dans la plupart des paquebots et surtout des cargo-boats, on dispose maintenant à fond de cale des compartiments étanches de grande dimension, sortes d'immenses caisses à eau épousant les formes du navire. Inventées par les Anglais, elles ont été baptisées par eux *water-ballasts*. C'est qu'elles servent en effet à loger un lest liquide, eau douce ou eau de mer. Des prises spéciales, munies de robinets, permettent par une simple manœuvre de clefs d'y faire pénétrer l'eau, qui remplace ainsi en fort peu de temps le lest en pierres ou en barres de fonte, dites *gueuses*, que sans cela l'on était obligé d'embarquer, quand on manquait de chargement, pour donner au bâtiment la stabilité suffisante. Dans les parties extrêmes de l'avant et de l'arrière, inutilisables pour les logements ou le chargement vu leurs formes incommodes, on dispose également des compartiments étanches qui montent jusqu'au pont et sont appelés *peaks*. Ils servent aussi à prendre un supplément de lest liquide, et sont particulièrement utiles pour chan-

ger la ligne de flottaison du navire en faisant plonger à volonté l'une des extrémités. La manœuvre combinée des water-ballasts et des peaks est surtout utile quand il s'agit de franchir une barre ou le seuil d'une écluse. On sait en effet que la meilleure condition de navigabilité pour un navire à hélice exige que l'arrière plonge un peu plus que l'avant, afin d'immerger le plus possible son propulseur. Il y a souvent une différence de tirant d'eau d'un mètre au moins sur les grands vapeurs. On comprend donc facilement qu'en remplissant les water-ballasts de l'avant et en vidant ceux de l'arrière, on relève le bâtiment et on arrive à lui donner une station horizontale qui, diminuant d'autant son tirant d'eau moyen, lui permet de franchir des hauts fonds sur lesquels il aurait pu talonner. Cet appareil peut être comparé à la vessie natatoire des poissons, auxquels nos constructeurs ont sans doute pensé quand ils l'ont inventé. Par contre, ils ont emprunté à une jolie coquille, appelée le Nautile, le système des cloisons étanches. Mais ici les Chinois les avaient précédés ; car depuis une antiquité fort reculée, les Célestes ont compris l'importance d'assurer, autant que possible, l'insubmersibilité de leurs jonques. Pour cela, ils les divisent dans le sens vertical en un certain nombre de compartiments, complètement séparés les uns des autres, au moyen de fortes cloisons en planches ; ces cloisons sont rendues parfaitement étanches grâce à un calfatage spécial, composé de déchets de coton ou autres textiles mélangés à un mastic fait de chaux et d'huile d'*Oleococca dryandra*, connue sous le nom commercial de « Wood-oil ». La jonque tout entière est encore vernie avec cette huile, rendue siccative par une ébullition prolongée et un mélange de litharge.

Ce procédé de cloisonnement n'était guère applicable autrefois sur nos navires de commerce, parce qu'il encombrait beaucoup et rendait la manœuvre des cales à marchandises très compliquée. Il est devenu pratique quand,

les dimensions des navires augmentant, grâce à l'emploi du fer, on a pu, tout en divisant le bateau en un certain nombre de compartiments étanches, obtenir des cales de grandeur suffisante. Cependant les règlements maritimes et les compagnies d'assurances exigent que le nombre et les dimensions des compartiments étanches soient tels que deux d'entre eux puissent être entièrement envahis par l'eau sans que la stabilité du navire soit dangereusement compromise.

Le but à obtenir, par leur installation, est donc bien celui du vaisseau des armoiries de la ville de Paris, et la devise doit être la même : *Fluctuat nec mergitur*. On était arrivé à cette conclusion dès 1854, car les plans du *Great Eastern*, dressés par l'éminent ingénieur Brunel, furent établis de façon que le grand léviathan eût-il été entièrement coupé en deux, chacun des tronçons pouvait rester à flot grâce à ses compartiments étanches. C'est cette même disposition qui a permis récemment, en Amérique, de construire sur un fleuve un grand cargo-boat en deux portions séparées qui descendirent ainsi dans un port de mer où elles furent reliées dans une cale de radoub. On comprend que, pour remplir ces diverses conditions, les cloisons étanches doivent pouvoir supporter une poussée de la mer presque égale à celle que subit la coque; aussi sont-elles en fortes tôles rivées tout autour sur le bordé et renforcées de cornières verticales. Les grands paquebots n'ont pas moins de 10 à 11 de ces cloisons protectrices; on en comptait 12 sous le premier pont du *Great Eastern; La Touraine* en a 13. Pour être vraiment efficaces, elles doivent en effet atteindre jusqu'au premier pont; mais comme dans ces conditions elles entraveraient sérieusement le service des logements des passagers et des officiers, on a permis que, dans les corridors ou *coursives* situés sur chaque côté, elles fussent munies de portes. Un système aussi simple que puissant de verrous en spirale à levier et de joints en caoutchouc

fait qu'on peut les fermer hermétiquement en quelques secondes en cas d'échouage ou d'abordage.

L'adoption de deux machines sur les derniers types de paquebots, tels que *La Touraine,* a permis de perfectionner encore ce système en divisant le navire suivant le sens de sa longueur par une cloison dans le plan médian, de façon qu'au cas où l'une des machines avec un ou plusieurs compartiments d'un bord serait envahie par l'eau, le navire puisse encore, non seulement flotter, mais aussi naviguer avec la machine restée libre sur le bord opposé.

Les cloisons étanches sont, à leur partie inférieure, munies de vannes permettant de les faire communiquer entre elles à volonté. Elles sont manœuvrées des ponts supérieurs au moyen de tringles à vis et à clef. Le sens du mouvement à donner pour obtenir soit l'ouverture soit la fermeture des vannes est indiqué par une flèche ou des lettres. Le but de ces vannes est, en temps normal, de permettre aux eaux qui proviennent de la machine et d'autres causes de s'écouler dans un puisard commun, où une pompe à vapeur vient les prendre pour les rejeter à la mer. Elles servent aussi, quand l'un des compartiments est envahi par l'eau, à rétablir le navire en bonne ligne de navigabilité, en laissant écouler une partie de cette eau dans les autres compartiments. On comprendra par l'exemple suivant l'importance qui s'attache à la surveillance de ces vannes et à leur manœuvre. Un paquebot dont la machine seule avait été noyée était remorqué dans un port voisin, quand un matelot du navire remorqueur, ayant indûment ouvert une vanne en croyant la fermer, permit ainsi à l'eau provenant de la voie d'eau de la machine de pénétrer dans les compartiments voisins ; le malheureux steamer sombra en quelques minutes. Les mêmes précautions sont prises pour les robinets si nombreux (plus d'un millier) des machines, où la moindre erreur peut amener de graves accidents, tels qu'une explosion ou une voie d'eau. Nous nous rappelons avoir vu à Cherbourg deux acci-

dents ainsi causés. Dans le premier, les valves de sortie du condenseur étant restées fermées, le refoulement de l'eau le fit éclater dès les premiers tours de la machine et il fallut échouer *Le Laclocheterie* sur le radier du bassin, sans quoi il allait couler en eau profonde. Un cuirassé, *La Dévastation,* faillit couler en rade, sa machine ayant été envahie par l'eau grâce à un robinet qui avait été laissé ouvert. Quand on s'aperçut de la cause, on ne pouvait plus y atteindre, et ce ne fut qu'à grand peine qu'on put aveugler la voie d'eau en la bouchant extérieurement au moyen de prélarts glissés sous le bâtiment.

La peau humaine peut être détruite par certaines maladies ; il en est de même de la peau du steamer. L'oxydation est cette maladie du revêtement du navire ; dans certains cas ou dans certaines conditions, la chaleur, l'humidité, les actions électriques ou chimiques la corrodent beaucoup plus rapidement que le bois n'était autrefois attaqué par les vers marins dits tarets.

Dans la nature, les poils, les plumes, la carapace, les écailles, protègent la peau des mammifères. des oiseaux, des tortues, des crustacés ou des poissons, contre la destruction. L'homme, moins bien défendu, se couvre de vêtements. Il a dû rechercher un moyen de défendre contre l'oxydation les tôles et les fers de la coque et de la machine. Les procédés diffèrent suivant qu'il s'agit des parties internes ou externes. Pour la carène, on a essayé quantité de moyens, et on n'en connaît encore aucun parfait. Il y a une fortune à faire pour celui qui inventera une peinture capable de préserver les tôles de l'oxydation tout en empêchant les coquillages et les herbes marines de s'y fixer. Pour la carène, en effet, le problème est double, car aux grandes vitesses actuelles la moindre couche de corps étrangers, altérant le poli de la surface, amène une augmentation considérable de frottement, une résistance proportionnelle et par suite une dépense considérable de charbon pour arriver à conserver la même

vitesse. On se fera une idée de l'importance de ce facteur quand on saura que la surface de carène immergée de *La Touraine* ne représente pas moins de 3900 mètres carrés. Or, l'expérience a prouvé qu'à une vitesse de 20 nœuds (celle de ce vapeur) ou 10 mètres par seconde, le frottement représente une résistance de 9 kilogrammes par mètre carré, soit 3900 × 9 = 35 100 kilogrammes. On se doute de ce qu'il doit devenir avec une carène recouverte de coquillages et d'herbes marines qui, dans les mers chaudes des tropiques, se développent avec une rapidité extrême malgré la vitesse de progression du navire. C'est ainsi que nous avons vu, chose plus extraordinaire encore, de longues et fines herbes marines recouvrir entièrement même les pelles de l'hélice, malgré sa rotation de 60 à 75 tours par minute. Aussi n'est-il guère étonnant que, dans ces conditions, un paquebot perde jusqu'à plusieurs milles par jour, à moins qu'il n'augmente sa vitesse par une consommation supérieure de combustible. Le procédé étant loin d'être économique, on trouve meilleur marché de faire passer le navire à la cale de radoub au retour de chaque voyage de Chine et d'Australie, c'est-à-dire tous les trois ou quatre mois. On le gratte et repeint entièrement avec une composition spéciale. Les constructeurs anglais des derniers types disent qu'ils traitent leurs tôles d'acier par un procédé spécial pour empêcher la corrosion; s'agit-il de zincage ou d'oxydation spéciale donnant un vernis inattaquable aux sels marins? C'est ce qu'on ne paraît pas savoir encore. Sur certains cuirassés, on recouvre la carène d'une soufflage en bois recouvert à son tour de minces feuilles de cuivre; c'est le retour en arrière au *doublage* des navires en bois. Ne pourrait-on employer sur le fer le procédé des Chinois, qui vernissent les tôles au moyen de l'huile bouillie d'*Oleococca dryandra*, dont les propriétés toxiques sont telles qu'aucune végétation ou incrustation de coquillages ne se produit sur leurs jonques? La chose paraît possible; en effet les Japonais

laquent le fond de leurs cuirassés au moyen d'un vernis analogue appelé *Urushi* et qui n'est autre que la laque du commerce, une gomme-résine plus toxique encore que l'huile chinoise et fournie par le *Rhus vernicifera* ou *Rhus toxicodendron*. Le procédé est coûteux ; mais si, comme ils l'affirment, un navire ainsi laqué peut être trouvé absolument net après un an de service, l'économie réalisée sur les passages au bassin et la moindre dépense de charbon peut dépasser de beaucoup les frais de laquage. La marine russe à Wladivostock vient, paraît-il, de faire essayer cette invention sur deux de ses cuirassés. Malheureusement la laque n'a pu, jusqu'ici, sans se décomposer, supporter le transport en Europe (1). Certains inventeurs, copiant la nature, parlent de lubrifier la carène, comme les poissons lubrifient leur peau au moyen d'une matière grasse exsudée par les pores de l'épiderme. L'importance du poli est telle qu'un ingénieur nous a assuré avoir augmenté la vitesse d'un torpilleur en changeant le métal de l'hélice et en le remplaçant par un alliage plus dur, capable par suite de recevoir un plus haut poli. Cela se comprend fort bien quand on pense à la résistance qu'offre aux filets d'eau un propulseur tournant à 300 tours par minute.

A l'intérieur, on empêche l'oxydation de plusieurs manières, soit par la peinture au minium, soit par une couche de goudron saupoudré de ciment, procédé anglais appliqué surtout sous les machines et la chaufferie, là où le minium se décomposait rapidement. De plus, pour défendre plus efficacement les tôles contre les chocs et l'oxydation rapide, due ici aux eaux grasses ou acides des fonds du navire, on les recouvre d'une épaisse couche de béton ou de ciment. C'est ce qu'on appelle, en raison de son poids, le *lest cimenté*. Il représente, sur les grands paquebots, le poids considérable de plusieurs centaines de

(1) Il serait cependant possible, croyons-nous, d'introduire l'arbre qui produit cette résine dans nos pays d'Europe, dont le climat se rapproche de celui du bassin du haut Yang-tze-Kiang, son pays d'origine.

tonnes (250 à 300 tonnes), et s'ajoute au lest mobile obtenu au moyen des waterballasts et qui atteint en moyenne de 8 à 900 tonnes (979 tonnes sur *La Touraine).*

Afin de protéger à la fois les tôles de la muraille contre les chocs et les marchandises contre le mouillage par les eaux provenant de la condensation dans les cales, l'intérieur de celles-ci est revêtu d'une cloison en bois fixée sur les saillants des membrures : c'est le *vaigrage.*

II

LANCEMENT DU PAQUEBOT.

Mais la construction de la coque est finie, ainsi que celle des premiers aménagements intérieurs, tels que waterballasts, cloisons étanches, tunnel destiné à contenir l'arbre de l'hélice, etc. Le moment de la mise à l'eau, du lancement, approche ; nous allons donc en dire quelques mots.

Il y a deux façons de lancer un navire à la mer, savoir : sur quille ou sur ber. Le premier procédé n'est applicable qu'aux bâtiments de petite dimension ; il consiste à débarrasser complètement la coque de tous ses soutiens à l'exception du support central, la coulisse de quille, sur lequel il restera en équilibre et glissera jusqu'à la mer.

Dans le lancement sur *ber* ou *berceau,* le bâtiment est soutenu latéralement sur deux coulisses parallèles à celle de la quille, par une construction en madriers solidement boulonnés ensemble, fixée de chaque bord à la carène dont elle épouse les formes. Cet appareil accompagne le navire, l'empêche de s'incliner de côté et s'enlève facilement après la mise à l'eau. Pour empêcher les coulisses latérales d'être arrachées au moment du glissement, elles sont étançonnées par des madriers obliques en plan au sens de la descente du navire. La quille en fer ne pou-

vant glisser sur la coulisse centrale sans l'arracher, voici comment on y remédie.

« Quelques jours avant le lancement, on fixe à la partie inférieure de la quille une *savate*, formée de longues pièces de chêne mises en place successivement en enlevant quelques rangées de tins qu'on remet ensuite en position. Le calage exact est obtenu au moyen d'un système de coins opposés. On place ensuite la coulisse en opérant de la même façon, et après avoir soigneusement rabotté puis savonné la savate. Entre celle-ci et la coulisse on dispose un mélange de suif et de graisse de porc façonné en boules qu'on écrase à coups de maillet. On en forme ainsi un lit de deux à trois centimètres d'épaisseur, aussi plat et homogène que possible. On le coince ensuite entre la savate et la coulisse en faisant monter les tronçons de celle-ci, par la manœuvre des coins, jusqu'à ce que la graisse débordant n'ait plus que 8 à 10 millimètres d'épaisseur uniforme. Afin d'empêcher le glissement prématuré, la savate se prolonge à l'avant du navire en haut de la cale d'une longueur suffisante pour qu'on puisse la rattacher solidement à la cale sur laquelle elle est chevillée et encochée (1). »

Enfin on graisse les coulisses latérales, on dispose des deux côtés du navire de longs leviers manœuvrés au moyen de palans et de cabestans. Ils sont supplémentés par des vérins ou des presses hydrauliques agissant sur le navire et destinés à lui donner une première impulsion au cas où, tous les *accores* enlevés, les *saisines* coupées et la savatte sciée, il ne démarrerait pas de lui-même.

Le navire est toujours construit avec l'avant à la partie supérieure de la cale ; on le lance donc par l'arrière ou à reculons. Deux raisons principales ont fait adopter cette manière de faire. D'abord, les navires étant moins fins dans les formes arrière, offrent ainsi plus de résistance à la mer et s'arrêtent dans un espace beaucoup plus restreint,

(1) *Le Génie civil*, 27 août 1892.

ce qui est très important quand on dispose de peu de place. « Une autre raison est que le bâtiment étant construit pour avoir un plus grand tirant d'eau à l'arrière, en le lançant par l'arrière il n'a, pour flotter, en passant de l'inclinaison de la cale à celle de la flottaison, qu'à tourner d'un angle égal à la différence entre l'angle de la cale et celui dû à la différence des tirants d'eau. Si on le lançait par l'avant, il devrait tourner dans le plan vertical autour du point d'appui sur la coulisse d'un angle égal à la somme des deux angles. Il en résulterait une force de réaction qui atteint plusieurs milliers de kilogrammes et pourrait amener des accidents de déformation ou de rupture. Cette force est mesurée par la formule P—D dans laquelle P représente le poids du navire appliqué à son centre de gravité, D la poussée de l'eau appliquée au centre de gravité du volume de l'onglet immergé au moment où le navire, commençant à flotter, ne repose plus sur la cale que par l'extrémité de la quille dite *brion* » (1).

Dans certains ports où l'espace est très restreint on est obligé de recourir à des moyens spéciaux pour briser encore la force d'impulsion du navire. On se sert par exemple de câbles le traversant dans sa longueur et qui servent de glissières de direction. D'autres, fixés au navire d'une part, sont lovés de l'autre sur la cale où ils sont retenus de distance en distance par des amarrages qui, se cassant les uns après les autres, arrêtent la course du bâtiment par une série de résistances croissantes : c'est le système des *bosses* cassantes. Dans le lancement récent du *Campania* en Angleterre, on a modifié comme suit ce dispositif de retenue. Quatre chaînes de gros échantillon et par suite fort lourdes étaient fixées par une extrémité à l'avant du steamer, deux de chaque côté, à des hauteurs différentes ; le reste était lové sur la cale. En descendant sur ses glissières, le *Campania* entraînait ainsi un poids croissant en proportion rapide avec le chemin

(1) *Le Génie civil*, 27 août 1892.

parcouru. Le frottement des chaînes sur le terrain augmentait l'effet de ce frein aussi puissant que nouveau. On se sert encore d'un immense panneau dit *masque*, disposé solidement en travers de l'étambot, et qui, au moment de l'immersion, oppose une résistance proportionnelle à la vitesse. Enfin on a encore recours à des faisceaux de bois flottant appelés *drômes*, que l'étambot vient briser les uns après les autres.

Ces précautions semblent bien multiples, mais elles ne sont pas toujours inutiles, car on a vu des navires aller heurter malgré cela un quai ou une jetée. On a peine à s'imaginer la puissance de choc que possède un navire allant, avec une vitesse même très modérée, frapper contre un obstacle. Cette force devient formidable quand il est lancé par sa machine à une vitesse de 15 à 20 nœuds ; car elle s'exerce en fonction du poids total du bâtiment qui arrive à dépasser 20 000 tonnes. Prenons comme exemple un steamer déplaçant 10 000 tonneaux et courant à raison de 20 nœuds à l'heure ; arrêté brusquement par une obstacle il développerait une force de 55 349 500 kilogrammètres (1). On conçoit qu'en pareil cas l'obstacle, s'il se trouve être un navire, sera infailliblement coupé en deux, tandis que le navire abordeur pourra être à peine endommagé s'il frappe normalement. Nous avons vu un grand paquebot français ainsi coupé sans que l'étrave du vapeur américain qui le frappa montrât autre chose qu'un peu de peinture enlevée. Il est vrai que le premier était à l'ancre et que l'autre n'allait qu'à petite vitesse ; aussi en fut-on quitte pour une coûteuse réparation du *Saghalien*, l'étrave du *City of Pekin* n'ayant pu pénétrer bien profondément grâce à la résistance des ponts en fer du navire abordé.

Le navire étant débarrassé de son *ber*, on le fait entrer dans un bassin de radoub, aussi appelé cale sèche, parce

(1) *Loc. cit.*

qu'une fois bien étayé au centre sur une série de tins, horizontaux cette fois, on ferme la cale au moyen d'un bateau-porte et on la pompe à sec avec de puissantes machines qui la vident en 2 ou 3 heures.

On procède alors à ce qu'on appelle *l'armement,* en plaçant à bord les machines avec leurs annexes, les chaudières, l'arbre porte-hélice, etc. On établit l'hélice dans la cage de l'étambot, auquel on accroche le gouvernail dont la surface est calculée en fonction du maître-couple immergé. Puis vient le tour des emménagements : salons, cabines, cuisines, etc., munis de tous les perfectionnements modernes tels qu'on les trouve dans les hôtels les plus luxueux. On ne néglige rien pour le confort, et les passagers de première classe sont tout particulièrement soignés. Ils auront comme cabines de véritables chambrettes ayant plus de 2 mètres de hauteur ($2^{m}25$ sur *La Touraine),* meublées avec grand luxe : lits en acajou à sommiers élastiques, toilettes en marbre avec psychés, réservoirs d'eau avec robinets argentés ou nickelés, comme le sont d'ailleurs les porte-manteaux, boutons de porte et autres parties métalliques des logements. Ajoutez à cela que les anciennes lanternes à bougies fumenses, qui ne les éclairaient autrefois que jusqu'à 10 heures du soir, ont fait place à de charmantes lampes électriques à incandescence de la force de 10 à 16 bougies, entièrement à la disposition du passager pendant toute la nuit (1). Un système complet de sonneries électriques, commandées par de nombreux boutons, permet d'appeler le garçon de service, qu'on soit dans son lit, au fumoir, au bain ou à table. Les salles de bain sont garnies de baignoires en marbre alimentées d'eau douce chaude et froide. L'eau circule sans cesse dans les cuvettes en porcelaine des cabinets.

Sur les paquebots parcourant des mers froides, le chauf-

(1) On compte 872 lampes électriques représentant une puissance lumineuse de 10 520 bougies à bord de *La Touraine.*

fage est obtenu au moyen d'une circulation d'eau chaude ou de vapeur réglée par de nombreux robinets. Par contre, sous les tropiques, une petite machine à vapeur spéciale fait mouvoir jour et nuit de longs éventails suspendus dans les salons au-dessus des tables et appelés d'un nom indien *punkahs*. On peut ainsi, dans la traversée de la mer Rouge, supporter sans trop de fatigue une température qui atteint quelquefois 40° centigrades. Ce qui est au moins aussi important, c'est que, grâce aux fermetures hermétiques, on n'est nullement incommodé, on peut vivre à bord, tout étant hermétiquement fermé, pendant l'opération si désagréable du chargement du charbon, dont la fine poussière pénétrant partout rendrait autrement les salons et cabines inhabitables.

On a bien essayé sur certains bateaux, entre autres sur les paquebots allemands du *Nord-deutscher Lloyd*, de rafraîchir les emménagements en y insufflant au moyen de nombreux tuyaux l'air fourni par un puissant ventilateur. Mais ce système, excellent d'ailleurs pour activer la combustion dans la chambre de chauffe, et qui a nom tirage forcé, n'a pas réussi ; entre autres inconvénients, il avait celui d'introduire dans les salons cette même poussière de charbon dont on veut au contraire se préserver. Il eût fallu laver l'air insufflé, ce qui augmentait beaucoup les difficultés. Le *punkah* est au contraire très pratique et beaucoup plus agréable. Sur le pont, une double couverture de tentes abrite du soleil des tropiques. Sur les lignes froides, telles que celles de l'Atlantique nord, on a richement garni les salons de tapis, tentures, sièges et canapés recouverts en velours frappé. Sur les lignes d'Extrême-Orient, au contraire, on a supprimé autant que possible les tentures ; les sièges sont cannés ou recouverts d'étoffes en crin mélangé de jute, ce qui les rend aussi fraîches que solides. La décoration artistique des salons a été poussée fort loin. Tableaux à l'huile de bons maîtres, panneaux en marqueterie de bois précieux, marbres et

glaces ont été employés avec goût par des artistes de talent. Tout le monde a pu admirer à l'exposition le salon de musique du paquebot des Messageries Maritimes *Polynésien*.

Si les hommes ont un charmant fumoir, les dames ont, pour se retirer loin de l'odeur des cigares et des pipes, un délicieux boudoir muni d'excellents sièges, de tables de jeu, de bureaux charmants, et d'un piano, d'un bon facteur, soigneusement visité et raccordé à chaque voyage. Des précautions spéciales sont prises en vue d'éviter les chutes pour ceux qui n'ont pas le pied marin : ici ce sont des barres d'appui ou des mains courantes fixées le long des corridors ou coursives, là ce sont d'épaisses lames de caoutchouc rayé ou quadrillé placées sur les marches des escaliers. Enfin rien n'a été oublié pour rendre le séjour à bord aussi agréable que possible : des cabines de dimensions spéciales, encore plus luxueusement meublées que les autres, sont mises à la disposition des hôtes de distinction ou des passagers qui les louent moyennant un tarif à part et proportionné. La fameuse chambre des jeunes mariés des hôtels d'Amérique n'a pas été oubliée sur certains paquebots fréquentant les ports des États-Unis. Pour éviter autant que possible le bruit si désagréable des monte-charges ou treuils à vapeur, on a remplacé ceux-ci par des treuils hydrauliques ou à pression de vapeur, qui opèrent presque silencieusement. Comme dans nos meilleurs hôtels des villes d'eaux, on trouve au salon ou sur le pont des jeux aussi nombreux que variés, sans parler de la bibliothèque du bord. Celle-ci est garnie de livres de références, de guides, de partitions musicales, le tout mis gratuitement à la disposition des passagers. Ils peuvent encore acheter, s'ils le désirent, des livres à leur goût, dans une bibliothèque analogue à celles de nos gares de chemins de fer. Un médecin, une pharmacie bien montée, assurent aux voyageurs des soins et des médicaments également gratuits. Un personnel de cuisine dressé dans les meilleurs

hôtels de Paris est sans cesse à l'ouvrage pour la confection de repas aussi nombreux que variés, dont les menus ne le cèdent en rien à ceux des meilleurs restaurants du boulevard. Dans de pareilles conditions, un voyage aux antipodes est en général une véritable partie de plaisir.

Quant aux dangers à courir, ils sont réduits au minimum; grâce à leur parfait agencement, à leurs coques presque insubmersibles et à leurs puissantes machines, les paquebots modernes se jouent de la plus grosse mer et traversent un ouragan ou un cyclone presque toujours sans accident.

III

MACHINES DU PAQUEBOT ; APPROVISIONNEMENTS.

Mais descendons un peu dans la machine, et essayons de nous rendre compte des progrès réalisés depuis quelques années.

Nous sommes bien loin aujourd'hui des moteurs à basse pression qui faisaient mouvoir les roues à palettes du premier navire à vapeur, le *Clermont,* construit par Fulton. Il navigua en 1805 sur l'Hudson, transportant passagers et marchandises ; mesurant 39 mètres de longueur sur $5^{m},40$ de largeur, avec un creux de 2 mètres, il ne déplaçait que 160 tonneaux.

En 1837, l'Angleterre construisait le *Great Western* avec une machine à balancier. Il était en bois, mesurait $64^{m},60$ de long, $10^{m},60$ de large, et déplaçait 1340 tonneaux pour un tirant d'eau de 7 mètres.

Les chaudières tubulaires furent appliquées pour la première fois sur l'*Arabia,* de la Compagnie Cunard, qui en 1845 lançait le premier navire en fer et à hélice qui ait traversé l'océan. Les progrès continuent, et voici venir le condenseur à surface (1838); la machine à cylindre oscillant, sur le *China* de la même compagnie. La machine à

pilon date de 1865, et la première machine Compound entre en service en 1874, le tout en Angleterre, où l'on se vante de posséder encore le monopole du progrès nautique et mécanique.

Bien qu'inventée en France par Sauvage en 1832, l'hélice n'est adoptée chez nous qu'en 1839, sur le *Napoléon*, qui réalisa 10 nœuds de vitesse avec 220 chevaux de force seulement. L'introduction de l'acier dans la construction des machines a permis d'en diminuer le poids dans des proportions importantes. Grâce à sa résistance supérieure, on peut maintenant construire les arbres de couche et les bielles principales en les évidant à l'intérieur, la résistance à la rupture restant la même que s'ils étaient pleins. Il en est ainsi sur *La Touraine* et sur tous les torpilleurs. Le poids des machines, qui était au début de 500 kilogrammes par cheval-vapeur, n'est plus aujourd'hui que de 100 kilogrammes pour la même force (1). La détente de la vapeur de mieux en mieux appliquée, grâce aux machines à double, triple et bientôt quadruple expansion, a permis une meilleure utilisation de la pression, qu'on a pu d'ailleurs augmenter considérablement en substituant aux anciennes chaudières, où les tubes étaient parcourus par les gaz chauds, les générateurs du type Belleville où c'est l'inverse qui se produit. D'un sixième d'atmosphère, puissance des premières machines marines, on est monté à 4, puis à 6 atmosphères, puis en augmentant toujours on est ainsi arrivé jusqu'à 16 atmosphères ; on transformait en quelque sorte la chambre de chauffe en un magasin de dynamite, qui serait des plus dangereux si les chaudières n'étaient devenues à peu près inexplosibles. L'emploi de condenseurs à grandes surfaces, qui a marché de pair avec le perfectionnement des machines et des chaudières, permet de réaliser une économie considérable sur l'alimentation des générateurs qui se fait, grâce à eux, complètement à

(1) *La Navigation maritime*, par E. Lisbonne, p. 195.

l'eau douce. La circulation en serait perpétuelle, le cercle étant fermé, s'il n'y avait pas quelques pertes, çà et là, provenant des condensations des enveloppes, de fuites aux presses-étoupes, etc. Un bouilleur spécial distille l'eau de mer et fournit ce qui manque ainsi aux chaudières, tout en assurant l'eau de table saine, pure et abondante pour l'équipage et les passagers. Maintenant, grâce à tous ces perfectionnements, on ne brûle plus que 613 grammes de charbon par cheval-vapeur et par heure, au lieu des 4 kilogrammes du temps de Watt et des 2 1/2 kilogr. de l'année 1858. Voici quelques chiffres intéressants concernant les appareils évaporatoires de *La Touraine*, le plus beau type des paquebots français à très grande vitesse. Le nombre total des tubes des chaudières est de 6555; ils représentent une longueur totale de 15 kilomètres et demi. Leur surface de chauffe est de 531 mètres carrés, et celle des grilles et foyers de 104 mètres carrés. Ces foyers brûlent 260 tonnes de charbon par jour, pour vaporiser 2000 tonnes d'eau, la contenance totale des chaudières étant de 341 tonnes. Les grands paquebots anglais brûlent jusqu'à 400 tonnes de Cardiff par jour. Quant aux condenseurs de *La Touraine*, ils renferment 22800 tubes de 14 $^{m}/^{m}$ de diamètre intérieur. Comme ils ont $1^{m},88$ de longueur, ils représentent, mis bout à bout, un tube de 43 kilomètres (1). Le rendement du combustible qui, dans les trente dernières années, s'est élevé de 2,5 à 10 p. c., est encore bien faible, et l'avenir nous apportera sans doute de grands perfectionnements dans cette voie, surtout si l'on parvient à se servir d'un combustible liquide, comme les huiles de pétrole, et à employer d'autres vapeurs que celles de l'eau. On étudie en ce moment à nouveau les machines à éther, qui donnent, dit-on, de merveilleux résultats. Peut-être fera-t-on mieux encore avec l'électricité, qu'on commence à appliquer aux locomotives. On cher-

(1) *La Touraine*, Le Génie civil, tome XVII, n° 2, 10 mai 1890.

chera le moyen de se servir de l'eau de mer comme liquide excitateur de piles à grand débit, et de se débarrasser ainsi des accumulateurs encore beaucoup trop lourds. On emploie déjà ceux-ci pour actionner les hélices des yachts de plaisance de 20 mètres de longueur et 100 tonneaux de déplacement, qui ont une très belle vitesse.

Mais la machine motrice n'est plus seule à bord d'un grand paquebot, et sur les derniers types on compte maintenant au moins une vingtaine de machines accessoires, dont nous allons donner seulement une courte énumération. Comme le dit M. Gaudry dans son *Mémoire sur la navigation à grande vitesse*, il faudrait tout un traité pour les décrire. Prenons un grand paquebot ; on y trouve :

4 monte-charges à vapeur pour les marchandises, puissance		4 ou 5	chevaux.
1 machine à gouverner	„	25	„
4 treuils pour le touage	„	120	„
1 guindeau à vapeur pour la manœuvre des ancres	„	40	„
2 monte-escarbilles	„	4	„
2 ou 3 moteurs pour les appareils d'éclairage électrique	„	120	„
2 machines pour les pompes centrifuges. . .	„	120	„
1 machine pour les pompes d'épuissement Worthington	„	20	„
1 machine pour la mise en train à vapeur . .	„	16	„
2 machines (petits chevaux) pour l'alimentation des grandes chaudières	„	30	„
1 machine (petit cheval) pour l'alimentation des chaudières auxiliaires	„	5	„
3 petits chevaux auxiliaires, dont un pour l'eau douce	„	3	„
2 vireurs à vapeur pour les arbres des hélices .	„	12	„
1 machine frigorifique pour la conservation des provisions	„	100	„
1 machine du ventilateur pour tirage forcé . .	„	30	„
1 machine du canot à vapeur.			
1 petit cylindre à vapeur pour les punkahs.			

Voilà pour un paquebot ; si maintenant on passe sur un grand cuirassé, on n'y trouvera pas moins de 69 appareils de machinerie auxiliaire à vapeur ou autres, donnant 2480 chevaux en plus des 20 000 chevaux des grandes machines, comme sur le *Re Humberto* par exemple.

Veut-on savoir maintenant quels peuvent être les approvisionnements qu'un grand paquebot de la ligne d'Australie emporte pour sa traversée de Marseille à Nouméa?

« Dans la cave, 95 barriques de vin; 5284 bouteilles de bière anglaise et française; 7500 bouteilles de vin de table, et 2750 bouteilles de vins fins, champagne et liqueurs; 3000 boîtes de conserves de légumes; 12 barils de porc salé; 165 boîtes de bœuf, de 3 kilos l'une; 200 kilos de beurre; 150 kilos de saindoux; 9000 kilos de farine; 200 kilos de jambons et saucissons.

» La chambre frigorifique, qui renferme les provisions courantes, reçoit 500 kilos de viande de bœuf; 200 kilos de mouton; 25 kilos d'agneau; 80 kilos de veau; plus 3 bœufs dépecés; 2 veaux entiers; 25 moutons; 6 agneaux; 25 poulets; 20 dindes; 20 canards; 50 pigeons; 20 chapons; 30 pintades; 150 kilos de poisson; 1000 kilos de légumes; 100 kilos de fruit: une vraie halle! On embarque aussi des animaux vivants, qu'on remplace aux escales au fur et à mesure. Sur le pont à l'avant, il y a 3 bœufs, 1 vache laitière, 25 moutons, 2 veaux, 6 agneaux, 30 chapons, 250 volailles, 80 dindons, 20 pintades, 20 canards, 60 pigeons et lapins.

» Voici maintenant la lingerie et le service de table : 14 500 serviettes!... 500 nappes, 3300 draps de lit, 500 torchons, 1100 tabliers, 1500 assiettes, 600 tasses à café ou à thé, 2000 verres à boire, 35 moutardiers, 75 salières; 758 couverts en ruolz, 1000 couteaux, dont 250 à lame argentée, 70 grands plats en argent, cuillères, fourchettes, etc., soit en tout 2300 pièces d'argenterie.

» Citons encore : 18 000 kilos d'huile et 2500 kilos d'étoupes pour le service de la machine; un approvisionnement de 2 millions de kilogrammes de charbon, dont la machine consomme 100 000 kilos par jour, soit 6 millions de kilos pour un voyage aller et retour en Nouvelle-Calédonie. »

Pour compléter cet aperçu sur l'approvisionnement

d'un paquebot d'Australie, comparons-le avec celui que prend un grand steamer à passagers de Liverpool à New-York pour une traversée simple de 8 jours, ou de 15 jours aller et retour. Voici ce que nous avons trouvé dans un journal anglais :

L'*Étruria*, de la ligne Cunard, construit en 1885, possède 9 chaudières doubles à 8 fourneaux chacune, soit en tout 72 fourneaux, brûlant ensemble 300 tonnes de charbon par jour, soit 12 tonnes à l'heure, 466 livres à la minute. En vidant toutes les grilles en pleine charge, on aurait une masse de charbon pesant 42 tonnes et mesurant 20 pieds de longueur, 20 pieds de largeur et 4 pieds d'épaisseur. Les machines développent 18 nœuds à l'heure, soit 33 kilomètres : c'est la vitesse d'un train ordinaire; elles consomment 130 gallons d'huile par jour, soit 590 litres. L'équipage se compose comme suit : 1 capitaine; 6 officiers, dont un médecin et un commissaire; 46 matelots de pont; 2 maîtres d'équipage; 12 mécaniciens; 112 chauffeurs et soutiers; 72 garçons de salle; 6 femmes de chambre; 24 cuisiniers, pâtissiers et marmitons, en tout 287 hommes (1); chacun d'eux a droit, par jour, aux vivres suivants pour sa nourriture : 2 livres de bœuf pour la soupe; 1 1/2 citron, 3 oranges, 2 3/4 pommes.

Le 28 août 1886, on embarqua pour la traversée de 8 jours, ayant à bord 547 passagers de cabine et 287 hommes d'équipage, les provisions suivantes :

12 550 livres de bœuf frais; 760 livres de bœuf fumé; 5300 livres de mouton; 850 livres d'agneau; 350 livres de veau; 350 livres de porc, 2000 livres de poisson; 900 poulets, 100 canards, 50 oies, 80 dindons, 200 paires de coqs de bruyère (grouse); 15 tonnes de pommes de terre; 30 paniers de légumes; 220 bouteilles de crème à la glace; 1000 bouteilles de lait; 11 500 œufs.

(1) *La Touraine* peut recevoir 1046 passagers; son équipage comprend 303 individus, soit 16 de plus que l'*Etruria*. Le *Great Eastern*, qui pouvait prendre 4000 passagers, avait 400 hommes d'équipage, soit 10 p. c. des passagers.

Quant aux articles d'épicerie, ils étaient calculés pour une traversée complète, aller et retour, séjour compris, soit 22 jours. En voici les quantités : 2800 livres de cassonnade; 750 livres de sucre en poudre; 1500 livres de fromage; 2000 livres de beurre; 3500 livres de jambon; 1000 livres de lard. Veut-on maintenant savoir ce que fut la casse dans l'office, pour ces 22 jours? La voici : 900 assiettes; 230 tasses; 438 soucoupes; 1213 verres-gobelets; 200 verres à vin; 27 carafes; 63 bouteilles.

Aujourd'hui les grands paquebots, pouvant tenir la mer avec une vitesse supérieure beaucoup plus longtemps que les navires de guerre, sont disposés de façon à pouvoir être armés en croiseurs rapides en quelques heures. En France, ils reçoivent à la construction des plate-formes spéciales pour les circulaires destinées à supporter des canons à tir rapide de 14 c/m, au nombre de six au moins : deux de chaque bord, un à l'avant et un à l'arrière. En plus, ils recevront un certain nombre de canons-revolvers Hotchkiss. En cas de guerre, ils seront mobilisés et recevront en plus de leur personnel, sous le commandement du capitaine du paquebot, un lieutenant de vaisseau, des contre-maîtres, des mécaniciens et des fusiliers. On a déjà fait, à Cherbourg, en 1892, une expérience de mobilisation sur *La Normandie*, de la Compagnie Générale Transatlantique, et elle a parfaitement réussi.

Il ne nous reste plus, en terminant cet article, qu'à inviter nos lecteurs à faire un voyage aux antipodes sur un des magnifiques paquebots à grande vitesse de la Compagnie des Messageries Maritimes. Nous serions heureux de leur montrer que nous n'avons rien exagéré et que, grâce aux derniers perfectionnements qui y sont appliqués, un pareil voyage est devenu une véritable partie de plaisir qui se fait plus facilement et surtout beaucoup plus confortablement qu'une longue excursion sur les chemins de fer de l'Europe.

A. A. Fauvel.

L'OEUVRE GÉOGRAPHIQUE

DE MERCATOR

Fin (1).

Dans le Dictionnaire des écrivains laïques russes (2) du métropolite Eugène (3), se lit cette phrase plusieurs fois répétée (entre autres à la p. 37) : « Lykoff Bogdane (Dieudonné), traducteur de l'ambassade sous le règne de Michaïl Fedorowitch, a traduit du latin, sur l'ordre du roi, en 1637, avec son adjoint Jean Dorn, la célèbre cosmographie du XVIe siècle de Gérard Mercator. » D'après la *Revue des chronographes* (4), on ignore où fut puisé ce renseignement : une copie portait probablement l'attestation détaillée des traducteurs.

Cette traduction — l'original figure-t-il parmi les documents que nous allons mentionner ? — est une preuve certaine que l'*Atlas* de Mercator était connu et apprécié à Moscou en 1637. On en a fait des copies, des extraits, des abrégés. Le nombre de ces manuscrits conservés

(1) Voir Rev. des quest. scient., oct. 1892, pp. 507-571.

(2) C'est grâce au R. P. Martinov, S. J., dont tout le monde connaît la modestie, la science et le dévouement sans bornes pour les écrivains, que nous pouvons ajouter ce chapitre à notre étude. Il a eu la gracieuseté de nous procurer, des 92 pages de l'introduction à la *Kosmographia*, dont il sera bientôt question, une traduction presque entière, faite sous son précieux contrôle. Si le religieux se soustrait à l'hommage de notre respectueuse gratitude, nous osons espérer que le savant daignera l'agréer.

(3) Moscou, 1845.

(4) Moscou, 1866 (Ie partie) ; — 1869 (IIe partie), p. 190.

jusqu'à ce jour est considérable. Ils sont presque tous de la seconde moitié du XVIIe siècle. Dans le « *Catalogue de livres, qui les a écrits* », dressé par Sylvestre Medwedieff entre 1675 et 1689, on voit citée une « Cosmographie en 76 chapitres ».

On connait plusieurs copies *complètes*. Chaque copie est un volumineux manuscrit comptant au maximum 230 chapitres. 1) Exemplaire de la Bibliothèque publique impériale à Saint-Pétersbourg, F. IV, n° 137. Ce manuscrit a été vendu, le 20 septembre 1691, par le copiste Grégoire Alitzky, au porte-enseigne Wlassof. — 2) Deuxième exemplaire à la même bibliothèque, n° 1693, vol. in-f° ; il manque quelques feuillets. — 3) Exemplaire du Musée Roumiantzeff, n° 282, en cursive du XVIIe siècle, 801 feuillets, 230 chapitres. — 4) Exemplaire de la collection Oundolsky, n° 703, du commencement du XVIIIe siècle, 794 feuillets, 223 chapitres. Les sept autres ont disparu. Le clerc de chancellerie, Léon Lwoff, l'a vendu à Fedor, fils d'Alexis Tatistcheff, avant le 3 février 1716. — 5) Exemplaire de la bibliothèque de A. N. Popoff, in-f°, 815 feuillets, 230 chapitres, en demi-cursive du XVIIe siècle, écrit en entier de la même main. — 6) Exemplaire de la Bibliothèque des archives du ministère des affaires étrangères, à Moscou, n° 744/1256, in-f°, 543 feuillets, en cursive du XVIIIe siècle, de différentes mains. Il s'y trouve une introduction, accompagnée de quelques dessins d'astronomie. — 7) Enfin un second exemplaire à cette même bibliothèque, n° 473/953, in-f°, 523 feuillets, en cursive du commencement du XVIIIe siècle (1).

Tous ces manuscrits négligent les cartes de l'*Atlas* mercatorien et n'embrassent que le texte. Mais il est impossible de déterminer sur quelle édition (de 1606 à 1637) a été faite la traduction russe. Les traducteurs de

(1) Les cinq premiers exemplaires sont renseignés par André Popoff dans son ouvrage critique sur les chronographes *(obzor)*, IIe partie, p. 190; les deux derniers par M. Tcharykoff, dans son introduction (p. 7) à la *Kosmographia*.

1637 se sont sensiblement écartés du texte imprimé. Voici quelques-uns des grands écarts que M. P. Pékarsky constate entre l'original et la traduction (1) : 1° La partie philosophique de l'ouvrage (ce ne peut être que le *De mundi creatione ac fabrica liber),* la biographie de Gualterus Ghymmius, et toutes les annexes (lettres, pièces de vers, etc.) sont omises ; 2° le texte original est traduit en abrégé (la traduction est fort soignée), et on a supprimé certaines citations d'anciens auteurs ; 3° dans certains exemplaires, après le chapitre sur la Russie tel qu'il se trouve dans Mercator, figure une description de ce pays, faite par un russe.

Le texte de cette traduction en 230 chapitres n'a jamais été publié ; en revanche, on lui a fait subir des mutilations, c'est-à-dire qu'on a détaché du corps principal des parties, plus ou moins étendues, auxquelles ont été apportés des changements.

On signale un grand nombre de ces écrits ou parties séparées. Ils existent comme documents isolés ou bien ils sont insérés dans des chronographes (2), dans des alphabets (3) ou dans d'autres recueils historiques et édifiants.

La Bibliothèque des archives du ministère des affaires étrangères de Moscou possède, sous le n° 579/573, un in-f° manuscrit, 559 feuillets, en cursive du XVIIe siècle, qui n'est qu'une copie de toute la deuxième partie de la traduction en 230 chapitres.

On peut même se demander si les cosmographies de Mercator conservées à la Bibliothèque du couvent des vieux croyants de Solovetzky (mer Blanche), ne sont pas aussi des parties séparées du travail primitif (4).

(1) *Revue des manuscrits de la cosmographie de Mercator*, SCIENCE ET LITTÉRATURE EN RUSSIE SOUS PIERRE LE GRAND. Saint-Pétersbourg, 1862, 2 vol.

(2) *Revue des chronographes*, II, pp. 189-193.

(3) *Les Alphabets*, I, pp. 232 et 250.

(4) Voir : *a) Abécédaires ou Alphabets de choses étrangères*, d'après les registres de la Bibliothèque Solovetzky, par A.-P. Karpoff ; — *b) Prosslavny Solaiésednik (Entretiens orthodoxes)*, 1877, septembre, pp. 233, 236-240 et 244-250, remarques.

La dernière phase par laquelle semblent avoir passé les copies complètes, c'est l'abrégé. Le prince Wiasemsky possède un abrégé, n° III, in-8°, 88 feuillets, en cursive du XVIIe siècle. D'après M. Tcharykoff, ce travail mérite une attention particulière (1). Il a pour titre : *Orbis terrarum*... ou dessin des pays de l'univers, extrait de la Cosmographie.

A la Bibliothèque publique impériale, collection du comte Tolstoï, II div., n° 287, se trouve une copie abrégée, 393 feuillets, en écriture cursive du XVIIe siècle, mais présentant quelques variantes. Elle a pour introduction le premier paragraphe de la préface *Studioso et benevolo lectori* des *Galliae tabulae geographicae*, qui commence par ces mots : *Quandoquidem nobis solis nati non sumus*...

Plusieurs détails se rencontrent dans ces deux abrégés qui n'existent pas dans la traduction en 230 chapitres. On peut donc se demander s'il n'y a pas eu deux traductions de l'*Atlas* de Mercator, ou tout au moins deux éditions de la traduction de 1637 (2).

Au chapitre sur la Russie, on lit le nom et le titre complet du roi Alexis Michaïlowitch. M. Tcharykoff en conclut qu'on pourrait peut-être rapporter à ce règne, entre 1655 et 1676, la seconde édition ou la seconde traduction dont il s'agit.

Parmi les abrégés, il en est un surtout qui semble avoir eu du retentissement en Russie. Il s'agit d'une « Cosmographie abrégée en 76 chapitres ». Voici l'appréciation que nous cueillons dans la *Kosmographia* (3) : « ...Il contient ce qu'il y avait de plus caractéristique et de plus connu dans les sources où les gens instruits du milieu du XVIIe siècle pouvaient puiser des renseignements sur les pays et les grandes puissances de ce monde. »

La Cosmographie en 76 chapitres forme tout un pro-

(1) *Kosmographia*. Introduction, p. 44.
(2) Cfr *Isbornik*, p. 477.
(3) Introduction, p. 73.

blème dont la solution est due à M. Tcharykoff (1). Nous nous bornons aux résultats de ses recherches.

Ce manuscrit, dont on ne connaît pas l'auteur, se compose de deux parties bien distinctes. Les 69 premiers chapitres sont traduits, avec quelques variantes, de l'*Atlas* de Mercator, ou mieux sont empruntés à la Cosmographie en 230 chapitres ; les sept autres sont puisés dans la partie cosmographique de la chronique polonaise de Martin Bielsky, faite de 1495 à 1575. Ces sept chapitres sont des descriptions qui complètent en quelque sorte les données de Mercator. Elles ont trait aux pays suivants : Bohême, Silésie, Finlande, Gothie, Islande, Danemark, Norvège, Suisse, Alsace et pays de Neustrie. Nous devons négliger ces sept chapitres absolument étrangers au but que nous poursuivons : montrer la place de Mercator dans la littérature slave.

L'auteur n'est pas resté esclave du texte sur lequel il travaillait. Mais s'il a disposé et résumé les matériaux à son gré, on voit cependant que la division ternaire, répondant aux trois divisions de l'*Atlas*, s'est fait sentir.

On ne connaît qu'une seule copie de cette « Cosmographie en 76 chapitres » qui ne soit pas accompagnée d'autres textes. Elle est conservée sous le n° 696/1208 à la Bibliothèque des archives des affaires étrangères à Moscou. Il manque quelques mots au dernier chapitre, et les premiers feuillets ont malheureusement disparu. Peut-être est-ce le tout premier exemplaire de l'abrégé.

Tous les autres manuscrits de ce type connus à ce jour sont précédés d'un « Abrégé de cosmographie, » en quatre parties, qui s'ouvre par une préface, et terminés par un épilogue ou discours final de deux pages seulement (2).

(1) *Kosmographia*. Introduction, pp. 1-92.

(2) La *Cosmographie en 76 chapitres* a existé en copie séparée. Les copistes ont tout bonnement ajouté comme préface et postface l'*Abrégé de cosmographie*, qui est de bien plus vieille date. (Tcharykoff, *Kosmographia*, Introduction, p. 73.)

L'Abrégé et l'épilogue sont une composition indigène. Ils présentent visiblement un *caractère russe orthodoxe*.

Outre la copie n° 696/1208, que nous venons de mentionner, il en existe plusieurs autres : *a)* Manuscrit de la collection Bolchakoff, au Musée public de Moscou, n° 322 ; — *b)* manuscrit de la Bibliothèque publique impériale de Saint-Pétersbourg, L. F. IV, n° 132 ; — *c)* manuscrit de la Bibliothèque synodale de Moscou, n° 128/78, 382 feuillets, en cursive du XVIIe siècle (il est augmenté de quelques documents); — *d)* manuscrit de la collection Tsarsky, n° 223; — *e)* manuscrit de la Bibliothèque synodale (autrefois patriarcale) de Moscou, n° 127/77, in-4°, 258 feuillets numérotés, écriture cursive du XVIIe siècle (1).

A la fin de ce dernier manuscrit sont indiqués la date et le lieu de son exécution. Il fut fait dans la ville de Holmogori, tout au nord de la Russie, le 4 janvier 1670; un commentaire sur cette date est donné plus loin. On sait par quelles mains ce manuscrit a passé. Au bas des feuillets 1-4 se trouve l'inscription suivante, faite par l'ancien possesseur : « Ce livre appartient à Almaze Ivanowitch Tchistoï. » Celui-ci se le procura, on ne sait comment, en 1677 ou 1678, époque à laquelle il traversa Holmogori. Puis le manuscrit appartint successivement à Jean Tchistoï, décédé à Astrakan en 1693, à Almaze Tchistoï, qui le remplaça dans ses fonctions judiciaires (?) jusqu'à l'année de sa mort survenue en 1706, et finalement à Jacques Tchistoï, qui n'avait pas d'enfants, ou à quelque autre descendant de la famille, qui en fit don vers 1772 à la Bibliothèque synodale de Moscou, où il est actuellement conservé (2).

(1) Les trois premières copies sont signalées par André Popoff, dans la *Revue des chronographes*, II, p. 217; les deux dernières, ainsi que le manuscrit n° 696/1208, par M. Tcharykoff, dans l'Introduction à la *Kosmographia*.

(2) Ce manuscrit est renseigné dans le *Guide du trésor et de la Bibliothèque patriarcale* (aujourd'hui synodale) de Moscou, par l'archimandrite Sawa, 2e éd., Moscou, 1858, p. 194. Il a été décrit sommairement : *a)* par P. Saharoff (cfr *Revue de la Bibliographie slavo-russe*, t. I, livre I, Paléogra-

Toutes les copies de la « Cosmographie en 76 chapitres » diffèrent par des détails ; mais elles se ressemblent tellement par le fond et par la forme qu'on peut conclure à l'existence d'une rédaction primitive.

Nous avons signalé les écarts qui existaient entre l'*Atlas* de Mercator et la Cosmographie en 230 chapitres. Outre ces écarts, M. Tcharykoff en signale d'autres entre l'*Atlas* et la « Cosmographie en 76 chapitres ». L'auteur a *omis* les étymologies des noms des pays et des peuples, les citations des anciens auteurs peu connus en Russie, les détails historiques à caractère purement local. En revanche, il a *conservé* la géographie physique des pays, leur ethnographie, l'organisation politique et gouvernementale (cette organisation est même l'objet d'une attention toute particulière), la nomenclature des produits naturels et manufacturés, les descriptions des monuments artistiques, historiques et littéraires, enfin l'histoire des souverains étrangers. La description de la Russie est complétée par certaines additions, faites selon toute probabilité par le premier copiste de la « Cosmographie en 76 chapitres ».

A quelle époque remonte la rédaction première de ce manuscrit ? La réponse exige une étude comparée du chapitre concernant la Russie, qui se trouve dans l'*Atlas* de Mercator et dans les diverses copies connues des Cosmographies.

Dans le texte latin, le souverain de Moscou est désigné sous ce titre : *Magnus Dominus Basilius, Dei gratia Imperator ac Dominator totius Russiae, necnon magnus Dux Volodimirae, Moscoviae, Novgrodiae magnae*, etc. La rédaction russe de 1637 donne cette traduction littérale : « Le grand souverain Basile, de par la grâce de Dieu tsar autocrate de toute la Russie, grand duc de Vladimir, de Moscou, de Novgorod, etc. » Dans les copies de

phie slavo-russe, feuillet 49) ;—*b)* par le premier bibliographe russe Sylvestre Medwedieff, dans son ouvrage connu : *Nomenclature des livres, par qui ils ont été écrits.*

la « Cosmographie en 76 chapitres » qui se trouvent à la Bibliothèque synodale de Moscou, nos 127/77 et 128/78, et à la Bibliothèque des archives du ministère des affaires étrangères à Moscou, n° 696/1208, ce titre devient : « De par la grâce de Dieu le grand souverain, tsar et grand prince Alexis Michaïlowitch, maître de toutes les Russies, Grande, Petite et Blanche, de Moscou, de Kiew, de Vladimir, de Novgorod, etc. » Dans l'exemplaire de la Bibliothèque publique impériale, F. IV, n° 132, au lieu du titre de Basile se trouvent les noms de Jean et Pierre Alexiéwitch. Enfin dans l'exemplaire de la collection Bolchakoff, n° 322, nous avons le nom de Pierre le Grand. Il n'a pas été possible à M. Tcharykoff de savoir quel est le titre pris par le souverain dans l'exemplaire de la collection Tsarsky, n° 223.

Que résulte-t-il de ces différents titres attribués aux monarques russes? Que le changement du texte primitif de la Cosmographie en 230 chapitres a eu lieu sous le règne d'Alexis Michaïlowitch, par conséquent après 1645, ou mieux après que le tsar eut pris le titre de « maître de toutes les Russies, Grande, Petite et Blanche ». Or ce fait s'est produit en 1655, après la prise de Wilna, et même en 1654 d'après des inscriptions monétaires.

On peut donc supposer que la « Cosmographie en 76 chapitres » a été faite entre 1655 et 1670 ; cette dernière date est celle du manuscrit d'Holmogori.

On n'avait jamais imprimé que l' « Abrégé de cosmographie » qui sert de préface à la « Cosmographie en 76 chapitres ». Il l'avait même été un bon nombre de fois.

En 1881, la Société impériale des amateurs d'anciens textes russes a publié les diverses parties de la « Cosmographie en 76 chapitres » sous le titre : « Livre appelé Cosmographie, c'est-à-dire description des terres de ce monde et des Grands États » (1). Au-dessus de ce titre

(1) Cfr un intéressant compte rendu de ce travail, par le R. P. Martinov. Revue des questions historiques, 1882, t. XXXII, pp. 271-272.

ces mots : Cosmographie 1670. Saint-Pétersbourg, 1878-1881. Cette importante publication, gr. in-8° de 92-449-LX pp., a été entreprise d'après l'idée et sous la surveillance de M. Alexandre Pétrowitch Krigine, et continuée après sa mort, à partir de la p. 49, par M. Paul Tihanoff.

Après une magistrale introduction (pp. 1-92), due à M. Tcharykoff, et fort riche en données bibliographiques, commence l'abrégé de Cosmographie, précédé d'une préface (pp. 1-3), et partagé en quatre parties : Europe (4-13), Asie (13-20), Afrique (20-26), Amérique (26-29). Suit l'index des 76 chapitres de la Cosmographie détaillée (30-35), et finalement le texte même (37-447) et l'épilogue (448-449). L'ouvrage se termine par une excellente table (pp. I-LX à deux colonnes) des noms propres et des termes difficiles. — Le texte est sans notes.

Plusieurs bibliothèques possèdent des exemplaires des diverses éditions de l'*Atlas*.

Les cartes de l'*Atlas* ont eu des reproducteurs ou des imitateurs. Nous citons : *a) Orbis terrae novissima descriptio* (authore Gerardo Mercatore, nuperrime vero juxta recentiores cosmographos aucta et recognita. I. Hondius sculp. I. le Clerc excu. 1602), dans le THÉATRE GÉOGRAPHIQUE DU ROYAUME DE FRANCE... A Paris, chez la veufve Iean Le Clerc... M.D.C.XXVI (reproduction) ; *b)* L'*Afrique* de la mappemonde du THEATRUM ORBIS TERRARUM d'Ortélius. Le système hydrographique de cette carte diffère absolument de celui de sa carte particulière d'Afrique, empruntée à la carte en huit feuilles publiée par Castaldi en 1564 (imitation); *c) Delineationes geographicae Gerardi Mercatoris* 1569, 1594, et *Nicolaorum Sanson, patris et filii* 1648, *superpositae* (carte comparative double de l'*Europe* et de la *mer Méditerranée),* dans Lelewel, GÉOGR. DU MOYEN AGE. Atlas, pl. XXXV, n° 98 (réduction) ; *d) Asia Aquilonaris ex Atlante Mercatoris,* dans Lelewel, *loc. cit.*, pl. XXXV, n° 95

(réduction). Lipenius renseigne le *Palatinatus Rheni*, édité à Amsterdam chez Joa. Janson, Guil. Blaeu, Corn. Danckers et Nic. Joa. Piscator (1652).

Dans le THÉATRE DU MONDE OU NOUVEL ATLAS... mis en lumière par Guillaume et Jean Blaeu, Amsterdam, 1643, sont reproduits *Bavaria ducatus, Sclavonia, Croatia, Bosnia cum Dalmatiae parte, Saltzburg Archiepiscopatus... Karstia, Carniola, Histria et Windorum Marchia, Walachia, Servia, Bulgaria, Romania, Helvetia..., Das Wiflispurgergow, Argow..., Alsatia landgraviatus...*

Nous avons intentionnellement laissé dans l'ombre, pour les grouper ici, quelques petits travaux géographiques exécutés par Mercator ou à l'existence desquels on conclut d'après des déclarations de l'auteur.

En 1538, le géographe annonce, dans une légende de son *Orbis imago*, la publication d'une carte générale de l'Europe : « *Proposuimus autem partitionem orbis in genere tantum, quam deinceps in particularibus aliquot regionibus latius tractabimus, atque adeo in Europa id jam facimus, quam brevi non minorem universi illa Ptolemaei expectato.* » Nous pensons que cette carte aura été dessinée, mais jamais publiée. Nous la considérons en quelque sorte comme une première et petite ébauche de la *Grande carte d'Europe de 1554*.

En 1552, dans l'opuscule *Declaratio insigniorum utilitatum quae sunt in globo terrestri...*, le géographe écrit sous la rubrique : *De longitudine Europae castiganda...* : « *Haec ita se habere experti sumus ex hujusmodi Europae et vicinarum regionum descriptione, in qua quidquid ex veteribus, quidquid ex neotericis, quidquid ex peregrinantium testimoniis, quidquid ex geographicis, ex marinis tabulis adminiculi poterat haberi ita conciliavimus, ut omnia quam elegantissime respondeant.* »

Est-il possible de conclure de cette déclaration de Mercator à l'existence d'une carte différente de la *Grande*

Europe de 1554? Nous ne le croyons pas. Car la gravure de cette dernière carte était déjà en train à Louvain en 1552; on doit donc reporter l'existence du dessin à une date antérieure à l'opuscule présenté cette même année à l'empereur Charles-Quint, et c'est de ce dessin que Mercator a voulu parler.

Au chapitre XVIII de son traité : *De mundi creatione ac fabrica*, Mercator écrit : *De paradiso, ubi fuerit, et quae ejus flumina, in veteri geographia restituta demonstrabo.* Le géographe a-t-il fait un traité spécial de géographie ancienne, ou bien en était-il question dans le petit traité de géographie qu'il avait élaboré et dont il dit à la fin de la légende *Brevis usus organi directorii* de la *Weltkarte* (1569) : *Plana majoraque de hoc organo in geographia nostra, Deo volente, dabimus?* Ce traité de géographie a été achevé, car Ghymmius dit à son sujet : *Libellum de arte geographica conscripsit quem illius haeredes propediem se in lucem emissuros sperant.*

Il est fort probable que ce travail n'a jamais été publié.

Mercator avait une correspondance suivie avec les savants de son époque. Il était constamment à la recherche de documents pour l'exécution de ses travaux géographiques. On doit regretter que de toutes les lettres que ses héritiers ont eues entre les mains, il en soit arrivé si peu jusqu'à nous. On y trouve à glaner des choses fort intéressantes.

C'est ainsi que six lettres, en somme peu importantes, adressées, du 24 mars 1574 au 10 mars 1578, par Gérard Mercator à Joachim Camerarius (Kammermeister en allemand), docteur en médecine à Nüremberg (1534-1598), nous apprennent que Camerarius, tout en professant son art avec un réel talent, s'occupait de la vente des sphères mercatoriennes ; elles nous fixent aussi sur le prix des

sphères (1) et sur les soins que Mercator apportait à leur fabrication.

Les autographes de ces six lettres se trouvent à la Bibliothèque de l'université d'Erlangen, en Bavière. M. Van Raemdonck les a publiées, pour la première fois, dans son *Gérard Mercator... 1869,* pp. 284-290; il les a reproduites dans les *Annales du Cercle archéologique du pays de Waas*, t. V, juin 1875, pp. 318-324.

Des nombreuses lettres que doivent avoir échangées Mercator et son ami Abraham Ortélius, on n'en connaît que cinq.

Dans la lettre du 22 novembre 1570, Mercator félicite Ortélius de la publication de son *Theatrum orbis terrarum*, et lui recommande les cartes de Lazius.

Ortélius avait signalé à Mercator une critique de sa *Chronologia*, qu'il avait lue dans le livre du jurisconsulte Jean Bodin : *J. Bodini methodus ad facilem historiarum cognitionem.* Dans sa lettre du 26 mars 1575, Mercator dit qu'il n'a pas grand souci de cette critique, et fait des vœux pour que Bodin devienne un honnête homme.

Le 9 mai 1572, Mercator communique à Ortélius ses réflexions sur les cartes de la Bavière, de la Moravie et surtout de la Nouvelle-Inde (Amérique), et le 8 août 1579, il l'entretient d'une carte de l'Asie, de la France et de l'Espagne.

Enfin la description de la Gaule et la question du passage par le nord-ouest font l'objet de la lettre de Mercator du 12 décembre 1580.

La lettre du 22 novembre 1570 est publiée en tête des éditions latines de 1573 et suivantes du *Theatrum orbis terrarum*, d'Ortélius ; dans *Gérard Mercator... 1869*, pp. 280-282, par M. Van Raemdonck, et dans *Abrahami Ortelii (geographi antverpiensis) et virorum eruditorum ad*

(1) 10 florins Carolus. Ce qui fait, d'après M. Chalon, un poids d'argent équivalent à fr. 42,50.

eundem et ad Jacobum Coelium Ortelianum (Abrahami Ortelii sororis filium) Epistulae.... (1524-1628). Ex autographis, mandante ecclesia londino-batava, edidit Joannes Hessels, Cantabrigiae, 1887, in-4°, pp. 73-74 (1).

On constate, dit Hessels, dans les reproductions de la lettre du 22 novembre 1570, la substitution erronée du mot *talibus* au mot *Italia,* dans la phrase : *in multis videre est tabulis quae ex* ITALIA *nobis prodeunt.*

Les autographes des lettres du 9 mai 1572 et du 15 décembre 1580 se trouvent dans les archives de la *Dutch Church,* Austin Friars, London. Hessels en donne le texte dans ses *Epistulae,* pp. 87-89 et pp. 238-240.

M. Van Raemdonck a publié dans son *Gérard Mercator..... 1869,* pp. 282-283, la lettre du 26 mars 1575, qui n'avait jamais été publiée, d'après l'original conservé au British Museum, sous la marque : Harl. MS. 7011, F. 168.

La lettre de Mercator à Ortélius, du 8 août 1579, se trouve dans : Thomae Crenii *Animadversionum philologicarum et historicarum pars* VII. Lugduni Batavorum, MDCC, in-32°, pp. 236-237.

Il ne se trouve rien de saillant dans la lettre du 23 octobre 1578, adressée à Jean Craton, surnommé de Craftheim, médecin des empereurs Ferdinand Ier, Maximilien II et Rodolphe II. Le géographe regrette d'avoir différé si longtemps sa réponse (Craton lui avait écrit en 1572), remercie son patient correspondant de l'intérêt qu'il veut bien lui porter, et lui adresse un exemplaire de son *Ptolémée,* dont il vient de terminer l'impression ; ce travail aurait dû paraître depuis trois ans ; des difficultés nombreuses et imprévues y ont mis obstacle.

La Bibliothèque de Sainte-Élisabeth, à Breslau, possède l'autographe de cette lettre. Elle a été publiée par

(1) Hessels fait précéder la reproduction de toutes les lettres d'un résumé en langue anglaise.

Mgr De Ram dans un recueil de lettres : *Caroli Clusii Atrebatis..... epistolae; accedunt..... Gerardi Mercatoris..... epistolae.* Bruxelles, 1847, in-8°, pp. 101-102; et par M. Van Raemdonck, dans *Gérard Mercator..... 1869*, pp. 290-292.

Mercator possédait un *Itinerarium Antonini imperatoris terrestre et maritimum*, publié à Paris par Henri d'Estienne. Il y avait fait des annotations d'après l'exemplaire manuscrit du cardinal de Cusa. En réponse à une lettre de Guillaume Camden (ou Cambden), historien anglais, il lui adresse, le 31 janvier 1579, copie des variantes de son *Itinerarium*, et y joint un exemplaire de son *Ptolémée*.

Le British Museum est dépositaire de l'autographe de cette lettre, sous la marque Cott. MS. Julius C.V. F. 5. C'est d'après elle que fut fait le fac-similé de la signature de Mercator, que M. Van Raemdonck a inscrit au bas du portrait du géographe rupelmondois placé en tête de son *Gérard Mercator... 1869*.

Cette lettre est reproduite dans *V. Cl. Gulielmi Camdeni et illustrium virorum ad G. Camdenum epistolae.....* Londini....., MDCXCI, pp. 1-2, et dans *Gérard Mercator.. 1869*, pp. 292-293.

Les Anglais avaient tenté de trouver par l'est un passage vers le Cathai : mais ils ne tardèrent pas à tourner leurs voiles vers l'occident.

Mercator, dans sa lettre du 28 juillet 1580 à Richard Hakluyt, d'Oxford, savant géographe et historien anglais, exprime son étonnement au sujet de ce revirement d'idées, d'autant plus que la navigation par l'orient est assez commode et aisée. Il fait aussi quelques considérations sur les variations de l'aiguille aimantée, demande à être renseigné sur la puissance et la direction du flux et du reflux constatés dans la mer qui baigne le promontoire de *Tabin*, et sur les résultats des expéditions maritimes

entreprises par les Anglais, et enfin annonce à Hakluyt qu'il a pris une connaissance sommaire du récit de plusieurs explorations.

Cette lettre est la réponse à une missive d'Hakluyt du 19 juin 1580.

Le texte de cette lettre, écrite en latin, se lit dans l'ouvrage de Richard Hakluyt : *The Principal Navigations, Voyages, of the English Nation....* London, 1599-1600, 3 vol. in-8°, t. I, pp. 443-444. Il est suivi d'une traduction anglaise, pp. 444-445 (1).

On rencontre des versions de cette lettre : 1° dans la traduction française de l'ouvrage d'Hakluyt : *Les Principales Navigations et Découvertes...*; 2° dans Pierre Bergeron : *Relation des voyages en Tartarie de Fr. Guillaume Rubruquis, Fr. Jean du Plan Carpin, Fr. Ascelin et autres religieux..., plus un Traité des Tartares, de leur origine, mœurs...* Le tout recueilly par Pierre Bergeron, parisien. A Paris...., M.DC.XXXIV. in-12°, pp. 207-212 (2); 3° dans *Voyages faits principalement en Asie dans les* XII, XIII, XIV *et* XVe *siècles.... L'histoire... des Tartares... par Pierre Bergeron.* A La Haye, chez Jean Neaulme, M.D.CC.XXXV, in-4°, t. I, coll. 114-117.

M. Van Raemdonck a reproduit le texte de Bergeron dans *Gérard Mercator... 1869,* pp. 294-298.

Consulté par Masius sur quelques points de la géographie ancienne de la Palestine, Mercator lui exposa sa façon de voir dans une lettre datée du 22 mai 1567.

L'original de cette lettre est entré en 1881, par voie d'achat, à la section des manuscrits de la Bibliothèque royale, à Bruxelles. Il est conservé dans le recueil factice portant la cote II, 428.

(1) Le texte de cette lettre figure sans aucun doute dans les éditions de l'ouvrage de Richard Hakluyt, publiées en 1809, 5 vol. in-f°, et en 1884.

(2) Du *Traité des Tartares,* car chaque travail a une pagination spéciale.

Le texte latin et une traduction française ont été donnés par M. Van Raemdonck dans le *Bulletin de l'Académie d'archéologie de Belgique*, 1883, et dans les *Annales du Cercle archéologique du Pays de Waas*, t. X, janvier 1885, pp. 41-71 et 1 croquis. Ce croquis représente un fragment de la carte de la Terre-Sainte conservée à Notre-Dame du Mont Sion à Jérusalem; ce fragment est reproduit d'après la copie qui se trouve dans le commentaire de Masius sur l'Histoire de Josué, p. 268 : *Josuae imperatoris historia illustrata atque explicata...* Antverpiae. Ex officina Christophori Plantini... M.D.L.XXIII.

Dans l'introduction à cet article, M. Van Raemdonck annonce la publication de quatre lettres inédites de Mercator. Le savant que tout le monde est peiné de voir sevré de tout travail intellectuel et au rétablissement de la santé duquel on attache le plus grand prix, nous fait l'honneur de nous écrire qu'il possède deux lettres du père Gérard relatives à des questions géographiques, une lettre du fils Rumold sur un manuscrit de la bibliothèque de son père, et une quatrième de Jean Molanus sur des affaires de famille.

Parmi les plus précieuses, il convient de ranger la lettre adressée de Louvain au cardinal de Granvelle, le 23 février 1546.

Mercator fait connaître ses recherches sur le problème de la déviation de l'aiguille aimantée, décrit les variations de l'aiguille, signale le défaut fondamental des cartes loxodromiques et recommande aux hydrographes, s'ils veulent être utiles aux géographes et à eux-mêmes, de bien étudier les lois du magnétisme avant de dessiner la ligne des côtes.

Ne sont-ce pas là toutes les prémisses de la théorie du magnétisme, et serait-il trop audacieux d'affirmer que Mercator en est le fondateur ou le créateur?

Une copie et non l'original en latin de cette lettre est

conservé, parmi les documents manuscrits de Viglius de Zichem, à la Bibliothèque de l'université de Göttingen (Allemagne), Ms Hist. 648, f. 162r-163r (1). M. le Dr Breusing en a donné une traduction allemande dans *Gerhard Kremer gen. Mercator der deutsche Geograph. Vortrag... 1869*, p. 13, et dans l'édition de 1878.

M. Van Raemdonck a reproduit la traduction allemande dans *Gérard de Cremer ou Mercator, géographe flamand.* Réponse à la conférence du Dr Breusing, directeur de l'École de navigation à Brême. ANNALES DU CERCLE ARCHÉOLOGIQUE DU PAYS DE WAAS, t. IV, juin 1870, pp. 70-72.

Nous donnons le texte latin de cette lettre, d'après la copie que nous en avons faite sur le manuscrit de Viglius. Ce manuscrit a été obligeamment mis à notre disposition par M. le Conservateur en chef de la Bibliothèque de l'université de Göttingen, grâce au bienveillant appui de M. le Bibliothécaire de la ville de Tournai.

Rmo Dno Antonio Perrenoto Atrebatum Episcopo dignissimo Gerardus Mercator Rupelmodanus S. P.

Subinde mirari soleo Rme praesul quotiescumque navigatorias chartas inspicerem, qui fieri possit ut navigationum cursus justa locorum distantia emensi, aliquando majorem faciant eorundem latitudinalem differentiam quam vere existat, nonnonquam e diverso minorem, iterumque saepius in justam latitudinis differentiam propositorum locorum excurrant. Ea res cum diutius me teneret anxium, propterea quod navigatorias omnes, quibus plurimum castigari posse sperabam geographicos errores, nimium viderem a scopo aberrare, cepi ego diligentius errorum causas perquirere, potissimamque nveni in magnetis ignorata conditione consistere. Non enim in idem semper vergit punctum ubique terrarum lingula quae magneti attrita est, ut opinantur naucleri simul atque hydrographi, sed ad omnem latitudinis longitudinisve mutationem alio atque alio dirigitur, quare fit ut quivis cursus, verbi gratia qui in ortum vergit atque occasum a vero illo cursu nunc in meridiem paulatim magis ac magis deflectat, itaque littora sensim faciat quae debeant esse septentrionaliora, quemadmodum in littoribus Africae a Gaditano freto Chartaginem usque videre est, nunc in boreum deviet, adeoque in austrum magis diducat littora quod e diverso Carthagine Gades navigantibus evenit. Rectius igitur de navigandi ratione indicandum erat hydrographis, qui maritimas terras ex inventis navigationum cursibus depingerent, alioqui nec sibi nec geographis aliquo modo satisfacturis. Quo igitur sit loco punctus ille,

(1) Tome XIII des manuscrits de Viglius. Cette collection comprend 22 forts volumes in-fo.

quem tantopere sectatur magnes, quantum nunc licet R^mae D. T. in genere palam faciemus. Primum hoc experientia constat uno eodemque loco a vero septentrione in eandem semper partem declinare lingulam nauticam. In coelo igitur punctus hic nequaquam erit, nam cum praeter cardinem omne coeli punctum circumducatur, necessario modo hac modo illac oberraret lingula ad sui in coelo puncti diurnam circumductionem, itaque in utramque vicissim partem declinaret, quod negat experientia. In terra igitur quae fixa manet hic punctus investigandus est. Separatis itaque justa longitudine Walchria insula Zelandica ac Dantisco, littoribusque intermediis ex nauclerorum sententia descriptis exquisitissime, invenio Dantiscum in gradu fere septentrionalius reddi quam revera existat, unde colligo lingulae nauticae extensionem Dantisci — 5 gradibus amplius declinare a vero septentrione quam in Walchria. Vicinis autem Walchriae locis 9 gradibus lingulam a vero septentrione recedere in ortum didici. Declinabit itaque lingula haec Dantisci 14 gradibus. Jam si per utrumque observationis locum ducantur circuli maximi secundum eam quae inventa est declinationem ab utriuslibet meridiano, reperietur hujusmodi circulorum intersectio fere in longitudine 168 graduum, latitudinis vero 79, atque hic magnetis polum esse necesse est. Sub hoc itaque meridiano quoties erit lingula ipsum septentrionem indicabit, verum si ab eo (qua parte propinquior est Europae) in orientem navigetur continuo magis magisque in orientem declinabit a vero septentrione, idque sub majori latitudine amplius, quousque ad quadrantis longitudinem ventum erit, hinc deinceps inclinatio minuetur pari modo, donec 168 graduum longitudinis meridianum attigerit, unde contraria ratione in occidentem vergere incipit lingula usquedum longitudinis quadrantem expleverit, reliquum longitudinis disparem hujusmodi meridiani lingulaeque cursum ad aequalitatem reducit. Quod autem haec nostra consideratio in hunc fere modum se habeat, testis est Canadae illa descriptio, quam R. D. Tuae obtulimus, cum enim juxta navigationum decursus ex Europa factos Canadam pinxisset hydrographus, quisquis fuerit, distributis latitudinum gradibus proxime Europam pro ejus exigentia, coactus fuit aliam latitudinis scalam Canadae suae adponere, quod inclinata in occasum a septentrione lingula locorum latitudines experientia majores faceret, quare in boream magis latitudinum numeros promovere coactus est. Medio igitur uspiam loco Canadam inter Europamque necesse est communem mundo magnetique meridianum existere. Atqui hunc, polumque magnetis eo fere loci consistere quo diximus, considerata Canadae longitudine, ex latitudinum Canadae Europaeque adscriptarum differentia possemus demonstrare, si pro rei magnitudine temporis suppeteret copia. Sed quoniam multa essent alia, et quidem difficilia in navigationum chartarumque marinarum castigationem dicenda, satis erit R. D. Tuae spero universae ejus speculationis fundamentum magnetis polum utcumque indicasse. Si quando gravioribus contingat sublevari oneribus, statui hanc rem justo opere prosequi et absolvere. Interim R. D. Tuae me commendatum cupio, quam foelicissime valere cupio, Lovanii pridie Mathie, anno 1546.

R^mae D. T.

semper devotissimus.

(Au dos): R^mo D^no Antonio Perrenoto Atrebatum episcopo longe dignissimo de ratione magnetis circa navigationem.

Nous terminons notre exposé par des détails relatifs à deux lettres inédites de Gérard Mercator.

Le libraire Albert Cohn, à Berlin, a mis en vente, du 20 au 25 mars, la riche collection d'autographes du comte Louis Paar. A la p. 126 du catalogue est mentionnée une lettre signée de Gérard Mercator. Elle est en latin et adressée de Duisbourg, 22 juin 1577, au secrétaire du duc Jules de Wurtzbourg. Elle se rapporte au privilège des *Tabulae geographicae Cl. Ptolemaei ad mentem autoris restitutae et emendatae per Gerardum Mercatorem..... cosmographum. Coloniae Agrippinae.....* M.D.LXXVIII.

Nous regrettons de n'avoir pu nous procurer encore le texte de cette pièce. Il n'en est pas de même de la lettre autographe conservée à la section des manuscrits de la Bibliothèque royale à Berlin. Nous la devons à l'habituelle et flatteuse obligeance de M. F. Vanderhaegen, conservateur en chef de la Bibliothèque de l'Université de Gand. L'éminent bibliographe nous a aussi procuré le précieux manuscrit théologique de l'Université de Leyde, dont il est question plus loin, note 1. Qu'il daigne agréer nos vifs remerciements.

Mercator explique que la publication tardive de ses cartes de France est due à la pénurie des graveurs, qu'il vend ses globes 10 florins, et qu'il lui faut trois mois pour les construire, enfin qu'il a été malade et soumis pendant plusieurs mois à une médication prescrite par le docteur Solinander.

Clarissime vir D. Heresbachie. Quantum tu meos in geographia labores videre desideras, tantum ego eorundem non solum fructum sentire, verum etiam tibi longe amicissimo plurimumque mihi observando communicatione gratificari exopto. Saepe in votis fuit Germaniae descriptionem, qua te in primis delectari frequentius intellexi, primam in operis editione facere, sed urgentiores causae ad Galliam me retraxerunt, in ea sola parturienda jam plures annos consumpsi, non descriptionis difficultate, sed sculptorum defectu, quem unicum tantum habeo Arnoldi mei filium, patre (qui in exsculpendo Ptolemeo mihi operam navavit cum reliquis) nunc rebus Illustrissimi Principis nostri occupatiore, accessit recens D. Hogenbergius, sed qui propriis negotiis detentus paucas admodum tabulas exarare poterit, quum

secundus hic Geographiae tomus fere 120 requirat. Galliae tabulas omnino spero intra annum absolutas habere, quarum exemplar Clariss. Tuae Humanitati et dilectioni in primis mittam. Illis editis ad Germaniam redibo in qua jamdudum sex tabulas pene perfectas habeo. Cum in universum 20 circiter sint futurae, in quibus multa erunt hactenus non edita, quae tibi summopere placitura scio. Postea ad Italiam, Hispaniam, Angliam reliquasque deinceps regiones pergam, donec totum opus perfecero, si Dominus dederit. Caeterum his absolutis restat difficillima totius mei instituti pars videlicet historica totius conditi orbis et dispositionis narratio, in qua multa de rerum principiis, de planetarum et stellarum motibus, de astrologia, aliisque ad mundi contemplationem spectantibus disserenda erunt, quae multis admiranda videbuntur, quaeque hactenus observata non sunt. [H]aec, tametsi postrema operae pars erit, potissima tamen operis pars adeoque prin[cipi]um et caput totius erit, quod ante omnia paratum oportuit, nisi prius vitae subsidia postea philosophiam necessitas postulasset. Hic scopus omnis laboris mei, hic finis operum erit. Globos quotquot habui Francfordiam misi, coepi alios componere, verum tres circiter menses elabentur priusquam perfici possint. Vendo autem singulos 10 daleris. Usum Eufrasiae mihi praescripsit D. Solinander, siccam vasculo imponi jussit ac bonum rhenense vinum infundi, quod mane sub prandium, a meridie sub caena et in caena, hoc est frequenter sumere jussit, idque principio non paucis diebus, sed aliquot mensibus donec levamem sentiretur, postea per intervalla intermittere, subinde tamen paucis diebus repetere licitum esse dixit. Hoc consilium secutus, post aliquot menses manifestam opem sensi, verum laborabant mihi oculi non defectu visivae potentiae (quantum ego judicare possum) sed lentis et crassis humoribus qui nervos opticos occupaverant ita ut nonnunquam pleno die ne literas quidem cognoscere possem, hos humores haec herba mirifice laxat, solvit et educit praecipue ex capite. Caeterum si virtus ipsa visiva per se labascat, opinor feniculi semen subinde mandere utilius esse, non contempto tamen Eufrasiae usu mediocri. Frequentius Coloniam cogito, in qua Tuam Humanitatem caeterosque amicos convenire, bibliothecasque perlustrare mihi jucundissimum erat, verum prohibent occupationes, et flaccidior aetas, et ad haec modo bellica pericula, a quibus nos liberet Dominus. Literas tuas jam ante quatriduum demum accepi, alioqui per filium respondissem qui cum D. Mylio Francfordiam profectus est. Bene vale vir clarissime salutant te plurimum uxor mea et Arnoldus filius. Duysburgi 24 Martii 1583.

Clariss. H. T.

toto animo addictus Gerardus Mercator.

(Au dos) : Clarissimo viro D. Ludgero Heresbachio F. L. et apud S. Severinum Scholastico, domino suo plurimum observando.

Coloniae.

Une autre main a inséré au-dessus du mot " Coloniae „ ces indications :.... " 27 martii a. 83. „

G. Mercator.

Nous terminons ce trop long travail par un court résumé.

L'œuvre géographique de Mercator comprend : *a)* Des

globes terrestre et céleste ; *b)* Plusieurs grandes cartes volantes, autographes ou différentes des cartes gravées de l'*Atlas ; c)* Le texte et les cartes du *Ptolémée ; d)* Le texte et les cartes de l'*Atlas; e)* Quelques opuscules ; *f)* Des lettres.

Toutes les pièces de ce colossal œuvre géographique ne sont pas encore connues. Mais combien les vides se font rares, et que de chemin parcouru depuis 1868! A cette date, on ne connaissait que les feuilles de revêtement des sphères terrestre et céleste ; la grande carte marine de 1569, conservée à la Bibliothèque nationale, à Paris ; le *Ptolémée;* des éditions de l'*Atlas* et quelques lettres. Mais en 1868, M. Van Raemdonck entre en scène et publie, cette année même, la *Declaratio insigniorum utilitatum;* en 1869, il élève à la mémoire de Gérard Mercator un vrai monument bio-bibliographique, guide indispensable pour tous ceux qui veulent glaner après l'éminent biographe : nous voulons parler de son *Gérard Mercator, sa vie et ses œuvres;* puis pendant vingt-huit ans, jusqu'à ce que ses forces malheureusement défaillent, il lutte pour faire connaître son héros et faire sortir des rayons des bibliothèques, où ils dormaient, les chefs-d'œuvre de la cartographie du XVIe siècle. Qu'il doit être agréable à M. Van Raemdonck de jeter un coup d'œil en arrière et de constater le brillant succès qu'ont eu ses tenaces efforts !

L'*Orbis imago,* la *Flandre,* l'*Europe,* les *Iles Britanniques,* la *Weltkarte* de Breslau, plusieurs paires de globes terrestre et céleste, diverses réductions ou contrefaçons de cartes mercatoriennes, voilà autant de découvertes dues à ses investigations et à ses appels réitérés au monde des chercheurs et des savants !

Certes l'édifice n'est pas achevé, mais déjà il est grandiose. Il ne reste à découvrir que la carte de la *Terre Sainte,* la chorographie du *Duché de Lorraine, l'Europe* de 1538, les plans autographes des propriétés de

quelques particuliers, le petit traité de géographie ancienne et moderne, toute une collection de lettres, si indispensables pour parfaire la biographie du géographe, et parmi les œuvres dont l'existence nous semble douteuse, les deux opuscules de 1541 et de 1551 relatifs aux sphères.

Puissent les succès obtenus, et pour autant que la réalisation de ces *desiderata* ne soit pas trop écrasante, inspirer à M. Van Raemdonck l'idée, à laquelle la science applaudirait hautement, d'élaborer une seconde édition de son GÉRARD MERCATOR, où seraient refondues toutes les intéressantes et nombreuses publications qu'il a déjà consacrées au glorieux enfant de Rupelmonde. Tous les hommes de travail seront heureux de l'assurer de leur dévouement et de redoubler avec lui d'ardeur pour élever un monument définitif à une des plus belles figures de la Renaissance scientifique, dont le front est ceint de la triple auréole du philosophe, du mathématicien et du géographe.

NOTES COMPLÉMENTAIRES.

Il nous est parvenu au cours de ce travail quelques bons renseignements qu'il a été impossible d'utiliser. Nous croyons bien faire de les consigner ici (1).

Les espérances conçues au sujet de l'édition de 1572 de la carte d'Europe de Mercator se sont réalisées. Elle se conserve à la Bibliothèque grand-ducale de Saxe-Weimar. C'est M. le secrétaire de ce dépôt littéraire qui nous l'a

(1) Nous devons des remerciements particuliers à la direction du Germanisches Museum, à Nuremberg, à M. le recteur du Gymnasium de Bois-le-Duc, à M. Motta, conservateur de la Biblioteca Trivulziana, à Milan, à M. le chanoine De Schrevel, directeur du Grand Séminaire de Bruges, à M. E. Maes, conservateur à la Bibliothèque de l'université d'Amsterdam, à M. le Dr Dopper, archiviste-bibliothécaire de la ville de Maestricht, à M. l'abbé Ratti, de la Bibliothèque Ambrosienne, à Milan, à MM. les chanoines Van Spielbeek, de l'abbaye de Tongerloo, et de Fierlant, de l'abbaye de Bornhem, au R. Fr. Placide, bibliothécaire de l'abbaye cistercienne de Val-Dieu, à MM. les

signalée. Il s'est empressé de nous fournir tous les détails de nature à asseoir notre conviction.

La carte mesure 1m,32 de hauteur et 1m,59 de largeur. Ce sont les dimensions de la carte de 1554. On y lit diverses légendes, parmi lesquelles le titre : *Europae descriptio emendata anno MDLXXII;* la dédicace : *Reverendiss. et illustriss. domino D. Antonio Perrenoto, Atrebatensium episcopo... Gerardus Mercator Rupelmond. Dedicabat ;* le lieu et la date d'impression : *Absolut. et evulgat. est opus Duysburgi anno Domini 1554, mense octobri, per Gerardum Mercatorem Rupelmondanum. Iterum ibid. emendatum anno Domini 1572, mense Martio ;* la légende : *Magnam occasionem certamque rationem emendandae Europae*, etc., que nos lecteurs connaissent déjà (1).

Nous avons mentionné (2) quelques bibliothèques où sont conservées des cartes volantes de l'*Atlas* mercatorien. On en trouve également à la Bibliothèque royale à Bruxelles [1], à l'abbaye de Val-Dieu [4 cartes avec texte, ayant appartenu à quelque atlas], à la Bibliothèque Ambrosienne, à Milan [3], à la Bibliothèque grand-ducale à Carlsruhe [31; quelques-unes sont représentées par plusieurs exemplaires].

Il s'est glissé dans notre travail une erreur au sujet des sphères mercatoriennes (3). Elle est le résultat d'une rectification que nous avions voulu introduire après la correction des épreuves. Nuremberg ne possède pas de paire de sphères de Mercator, mais deux exemplaires, l'un bien, l'autre mal conservé, de la sphère terrestre de ce savant.

Comme compensation, nous sommes charmé de signaler que la bibliothèque de l'abbaye des bénédictins d'Admont (Styrie) possède une sphère céleste et une sphère terrestre du géographe de Rupelmonde.

Dans notre pensée (4), on ne connaissait que deux exemplaires de l'opuscule de Barthélemy Mercator, *Breves in sphaeram meditatiunculae*. C'est une erreur. La Bibliothèque royale, à Berlin, et la Bibliotheca Bodlejana de l'Université d'Oxford en conservent chacune un exemplaire.

Aux agrandissements, réductions ou imitations de la *Weltkarte* qui ont

chanoines bibliothécaires des abbayes bénédictines d'Admont, Einsiedeln, Kremsmünster et Salzbourg, à MM. les préfets de la Bibliothèque nationale, à Naples et à Milan, et de la Bibliothèque Saint-Marc, à Venise, à MM. les conservateurs des Bibliothèques Angelica, Barberina, Corsiniana, à Rome, des Bibliothèques communales d'Anvers, Berne, Besançon, Francfort-sur-le-Mein et Tournai, des Bibliothèques royales de Berlin (imprimés et manuscrits), Copenhague, Munich, des Bibliothèques grand-ducales et ducales de Carlsruhe, Darmstadt, Gotha, Cassel, Oldenbourg, Weimar, et des Bibliothèques universitaires de Berlin, Bonn, Cambridge (Emmanuel College), Copenhague, Giessen, Göttingen, Greifswald, Groningue, Halle-a-S., Iéna, Leipzig, Leyde, Liége, Louvain, Lund, Marburg-i-H., Prague, Strasbourg, Utrecht.

(1) Cfr Rev. des questions scientifiques, octobre 1892, p. 546 et p. 571, note.

(2) *Ibid.*, p. 569.

(3) *Ibid.*, p. 537. — Voici deux autres errata : p. 508, ligne 43, lire : des van Langren, et ligne 45, lire : ces divers savants.

(4) Cfr Rev. des questions scientifiques, octobre 1892, p. 539.

déjà été indiqués (1), nous devons ajouter la réduction faite par Mathias Quad et insérée dans son *Fasciculus geographicus* (2).

Parmi les éditions mercatoriennes indiquées par M. Van Raemdonck, il en en est plusieurs dont il ne connaissait qu'un ou deux exemplaires. Nous sommes heureux de pouvoir compléter partiellement ces données.

Atlas in-folio. Les éditions latines de 1608 [1 exemplaire] (3), 1611 [1 exemplaire] et 1616 [1 exemplaire] sont représentées, la première à la Bibliothèque Victor-Emmanuel, à Rome, et à la Bibliothèque royale, à Copenhague la seconde à la Bibliothèque royale, à Copenhague, et la dernière à la Bibliothèque de l'Université d'Iéna. La Bibliothèque de l'Université de Liége possède l'édition française de 1609 [2 exemplaires], et les Bibliothèques de l'Université de Leyde et de l'évêché de Tournai, les Bibliothèques nationale, à Naples, et grand-ducale, à Darmstadt, possèdent l'édition française de 1613. Il se trouve un exemplaire de l'édition française de 1630 [1 exemplaire] à la Bibliothèque royale, à Berlin, et à la Bibliothèque de l'Université grand-ducale de Giessen.

L'*Appendix Theatri A. Ortelii et Atlantis G. Mercatoris*... Amsterodami, G. Blaeuw 1631 [1 exemplaire] est conservé aux Bibliothèques des Universités d'Oxford et d'Iéna. Nous relevons un exemplaire de l'édition flamande de 1634 [2 exemplaires] à la Bibliothèque de l'Université de Leyde (incomplet) et à celle des RR. PP. Bollandistes à Bruxelles. Enfin les éditions anglaises de 1635 [1 exemplaire] et de 1636 [1 exemplaire] ont des exemplaires, celle de 1635 à l'Université d'Oxford, celle de 1636 à la Bibliothèque de l'Emmanuel College à l'Université de Cambridge, à la Bibliothèque grand-ducale de Darmstadt et à la Ständische Landesbibliothek, à Cassel.

Atlas minor. A côté de l'édition latine de Dortrecht de 1610, il en est une autre imprimée la même année à Amsterdam. L'édition française de 1628 [1 exemplaire] est représentée à la Bibliothèque communale de Francfort-sur-le-Mein, et l'édition allemande de 1651 [2 exemplaires] l'est à la Bibliothèque royale, à Munich (deux exemplaires, dont un enluminé), à la Bibliothèque grand-ducale de Darmstadt et à la Bibliothèque de l'Université de Lund (Suède).

Lorsque nous avons commencé notre étude sur l'œuvre géographique de Mercator, nous pensions qu'elle devait se borner aux seuls documents signalés par MM. Dejardin, Fr. Muller, Tiele et Van Raemdonck. Ces auteurs avaient parcouru avec grand soin les arcanes de la littérature mercatorienne. Mais tout en rendant hommage à leurs sagaces et intéressants travaux, nous croyons qu'ils n'ont point poussé leurs recherches suffisamment loin. Une bonne dizaine d'éditions de l'*Atlas* semblent, en effet, leur être restées inconnues (4).

(1) rev. des questions scientifiques., oct. 1892, pp. 556-557.

(2) Coln am Rein, Johan Buxemacker, mdcviii, in-8°.

(3) Le nombre d'exemplaires marqué entre crochets est emprunté à M. Van Raemdonck.

(4) La littérature mercatorienne est un sujet presque inépuisable. Nous voulons prendre date ici pour les documents suivants : 1° Il y a un tirage de l'édition de 1569 de la *Chronologia*, où ne figurent ni la lettre d'Onuphrius ni la liste des corrections à faire ; 2° L'*Harmonia quatuor evanlistarum*...

Atlas minor. *Éditions latines.* 1648. Atlas minor Gerardi Mercatoris a J. Hondio plurimis aeneis tabulis auctus et illustratus; denuo recognitus, additisque novis delineationibus emendatus. Amsterodami, ex officina Joannis Janssonii, in-4° oblong de 651 pages imprimées sur deux colonnes, un index et un grand nombre de cartes dans le texte. (Bibliothèque nationale, à Naples, et Bibliothèque de l'Université de Lund.)

1691. Gerardi Mercatoris Atlas minor. Amsterdam, in-4°. (Bibliothèque royale, à Copenhague.)

Édition française. 1613. Atlas minor. Traduit par de la Popelinière. Amsterdam. (Bibliothèque grand-ducale, à Carlsruhe.)

Éditions allemandes. S. d. Atlas minor à J. Hondio auctus. Amsterdam. (Bibliothèque royale, à Munich.)

1613 Atlas minor. Arnhemii. (Bibliothèque royale, à Munich.)

1629 (1). Atlas minor oder eine kürze doch gründtliche Beschreibung der ganzen Welt mit allen ihren Theilen. Erpelich von Gerhard Mercator lateinisch beschrieben, und danach von Judocus Hondius mit vielen Charten verbessert und vermehrt; und jetzund ins Hochdeutsche übersetzet durch Petrum Uffenbach M. D. Francof. Zu Amsterdam gedruckt bej Johan Janssen, in-4° oblong. (Bibliothèque de l'Université de Greifswald.)

1633. Atlas minor. (Bibliothèque de l'Université de Halle a/S.)

1648. Atlas minor, das ist : eine kurtze jedoch gründliche Beschreibung der gantzen Welt, in zwei Theile abgetheilt. Mit vielen schönen newen Kupfferstücken und Landbeschreibungen vermehrt und verbessert. Amstelodami ex officina Joannis Janssonii. M.D.C.XXXXVIII, in-4°. (Bibliothèque de l'Université d'Iéna et Bibliothèque grand-ducale de Darmstadt.)

M. le directeur de la bibliothèque de l'Université de Lund nous signale semblable travail; d'après ses indications, il ne ferait qu'un avec l'édition de 1651. Peut-être la première partie de l'*Atlas* est-elle de 1648, et la seconde de 1651.

a une édition de 1603; 3° l'original de la lettre adressée par G. Mercator à Jean Molanus, le 20 juillet 1575, est conservé à la bibliothèque de l'université d'Amsterdam. Quelques légères corrections devront être apportées au texte donné par M. Van Raemdonck, dans son *Gérard Mercator*, 1869, pp. 299-306 ; ainsi qu'au recueil épistolaire auquel il en a fait l'emprunt : *Praestantium ac Eruditorum virorum Epistolae ecclesiasticae et theologicae..... Editio tertia.....* Amstelaedami. Excudit Franciscus Halma, 1704. La 1re édition est de 1660, la seconde de 1684. 4° Enfin la Bibliothèque de l'Université de Leyde possède : *a)* l'original de la lettre adressée par G. Mercator à Jean Molanus, le 17 juillet 1576. Elle figure dans le recueil épistolaire ci-dessus et dans *Gérard Mercator.....* 1869, pp. 306-39 ; — *b)* sous le n° 191, B. R., un manuscrit in-4° de 210 feuillets dont voici le titre : In priorem partem epistolae ad Romanos, quae est de | doctrina fidei, videlicet undecim prima Ca | pita commentarius. | In quo de viribus humanis, | de electione et praedestina | tione, plenissime, planis- | sime, verissimeque trac | tatur. | Per | Gerardum Mercatorem | Illustrissimorum Principum, Ducum Juliae, | Cliviae, Montis etc. Patris et filiorum | Cosmographum.

(1) M. Van Raemdonck *(Gérard Mercator...* 1869, p. 271) signale que cette édition est indiquée dans le *Fortsetsung und Ergänzungen in Christ. Gottl. Jöcher 's allgemeinen gelehrten Lexikon.* Bremen, 1813.

Édition sans texte. 1673 (1). Gerardi Mercatoris Atlas sive Cosmographicae meditationes de fabrica mundi et fabricati figura. De novo multis in locis emendatus novisque tabulis auctus. Amsterodami. Apud Johannem Janssonium van Waesberge. Anno 1673.—C'est un volume oblong sans texte, comprenant, outre le titre gravé, 178 cartes non chiffrées. (Bibliothèque de l'abbaye de Tongerloo.)

Atlas in-folio. *Éditions latines.* 1612. Atlas, sive cosmographicae meditationes de fabrica mundi et fabricati figura... Editio quarta. Amstelodami, sumptibus Jud. Hondii. (Bibliothèque de l'Université d'Iéna et du Germanisches Museum à Nuremberg.)

1619. Atlas... (Bibliothèque de l'Université de Halle-a-S.)

1637. G. Mercatoris et J. Hondii. Appendix Novi Atlantis. Amstelodami, J. Jansson. (Bibliothèque grand-ducale, à Darmstadt.)

1648. Atlas novus... Mercatoris et Jod. Hondii. Amsterodami. 3 volumes. (Bibliothèque royale, à Munich.)

1697. M. le préfet de la Bibliothèque Saint-Marc, à Venise, nous fait l'honneur de nous donner au sujet de cette édition (n'est-ce pas quelque supercherie de libraire?) les renseignements suivants : Gerardi Mercatoris Atlas sive cosmographicae meditationes de fabrica mundi et fabricati figura denuo auctus. Editio quarta. Sumptibus et typis aeneis Judoci Hondij. Amsterodami, anno 1697. Le texte est en latin. Les cartes mesurent $0^m,47 \times 0^m,31$. L'édition comprend huit feuillets non chiffrés occupés par le frontispice, la dédicace d'Hondius, l'avis au lecteur, l'Index des cartes, la biographie de Mercator par Ghymmius, la généalogie du roi Atlas d'après Eusèbe.

Au verso du 8e feuillet commence la pagination, qui va de 1 à 160; elle est suivie de 16 feuillets d'index non paginés.

La pagination embrasse les documents suivants : le traité *De mundi creatione ac fabrica;* une mappemonde et les cartes générales des quatre parties du monde; l'Islande, les Iles Britanniques, la Norvège et la Suède, le Danemark, l'Espagne et le Portugal, la France, la Hollande, la Belgique, la Suisse, la Germanie, la Bohême, la Pologne, la Hongrie, la Russie, l'Italie, la Slavonie et la Grèce, l'Afrique, la Turquie, l'Asie et l'Amérique.

Éditions françaises. 1626. Atlas. Traduit par la Popelinière. Amsterdam. (Bibliothèque grand-ducale, à Carlsruhe.)

1633. L'Appendice de l'Atlas de Gérard Mercator et Judocus Hondius contenant diverses nouvelles tables et descriptions très amples de l'Allemagne, France, Pays-Bas, Italie et de l'une et l'autre Inde, tout mis en ordre. Traduit du latin en français et mis en lumière par Henry Hondius. A Amsterdam, chez Henry Hondius, demeurant sur le Dam, à l'enseigne du chien vigilant. A. D. 1633. (Bibliothèque de l'Université de Gand.)

Éditions allemandes. 1636. Gerardi Mercatoris et J. Hondii Appendix Atlantis, oder ander Theil des Welt-Buchs : Darinnen viel unterschiedliche newe und weitläuftige Beschreibungen mit deroselben Tabellen, von Teutschland, Franckreich, Niederland, Italien auch einer und der anderen Indien, begriffen. Alles in gute Ordnung gebracht. Ambsterdam, bej Johan Jansson, (129 cartes). (Bibliothèque royale, à Berlin, et Bibliothèque des Universités de Lund et de Greifswald.)

(1) Cette édition est annoncée dans Van Raemdonck, *Gérard Mercator...* 1869, p. 272, d'après l'*Essai d'une bibliographie néerlando-russe.* Amsterdam, Frederik Müller, 1859, p. 124.

1633. Jusqu'ici nous n'avons trouvé renseignée que l'édition allemande de 1633, mais voici que Darmstadt nous signale en même temps que cet exemplaire un "Gerardi Mercatoris et J. Hondii newer Atlas oder grosses Weltbuch das ist eine gantz newe ausführlich vermehrt und verbesserte Abbildung der gantzen Welt,—Alless in zwei Theile underscheiden. Ambsterdam bey Johan Jansson, anno 1636." 1 volume. La Bibliothèque royale, à Berlin, signale également une édition allemande de 1633 et une de 1636. A la Bibliothèque communale de Berne se trouve un Newer-Atlas, en 3 volumes, Amsterdam, 1636-1641. Enfin nous relevons parmi les œuvres mercatoriennes existant à la Bibliothèque royale, à Copenhague, une édition allemande en 2 volumes (Amsterdami, 1633-1636), et une édition allemande en 3 volumes (Amsterdami, 1633-1642). Tout cela n'est pas très clair. Nous regrettons de ne pouvoir pas être plus précis pour le moment; aucune de ces éditions n'a encore passé sous nos yeux.

Il nous reste à dire un mot d'une édition latine qui se trouve à l'abbaye de Tongerloo. Elle a pour titre : Atlas sive cosmographicae meditationes de fabrica mundi et fabricati figura, Gerardo Mercatore Rupelmundano, Illustrissimi Ducis Juliae, Cliviae et Montis, etc., Cosmographo autore. Cum privilegio. Dans la partie inférieure du frontispice ces mots : Duysburgi Clivorum, 1601.

D'après M. le chanoine Van Spilbeek, ces derniers mots paraissent ajoutés à la plume et sont donc apocryphes.

Nous pensons que l'édition en question, si elle n'est pas de 1601, n'est pas non plus de 1595 ni de 1602. Il manque la dédicace à la reine Élisabeth, et on voit après la pièce de vers, signée Lambertus Lithocomus, un feuillet dont le recto est occupé par une Errorum insigniorum... Castigatio. Nous trouvons-nous devant un deuxième tirage de 1595?

F. Van Ortroy,
lieutenant de cavalerie.

CAUSERIE D'UN FORESTIER

De quelques bizarreries apparentes dans le tempérament du hêtre observées dans le département de l'Allier.

Depuis trente et des années que je flâne dans les forêts du centre de la France, je n'y ai encore rencontré qu'un ami sûr, d'un commerce agréable : c'est le chêne. Il est d'humeur facile, bon compagnon, ne vous lâche pas pour un rien. Si vous l'avez traité un peu à la légère, vous ne le voyez pas se froisser du premier coup jusqu'à en mourir de chagrin. Il vous donne le temps de réfléchir, de reconnaître vos torts, de réparer la faute commise et, au bout de quelques années, il ne reste plus trace des nuages qui avaient, un moment, troublé vos bonnes relations.

Dans les futaies plus ou moins mélangées, chêne et hêtre, j'ai aussi essayé de faire commerce d'amitié avec le hêtre. Jusqu'à présent je n'ai pas réussi. Est-ce sa faute? Est-ce la mienne? Je ne saurais trop dire; mais je lui crois un bien mauvais caractère. On ne sait jamais par quel bout le prendre. Si vous ne vous conformez pas absolument à tous ses goûts, que vous ne connaissez pas toujours, pour un méchant coup de vent, quelques journées de soleil un peu trop chaudes, pour une coupe un peu claire, pour un rien, il se met à bouder comme un enfant mal appris et vous claque dans la main au moment où vous y pensez le moins. Par contre, vous le voyez pousser comme du chiendent alors que vous supposiez qu'il allait mourir. C'est un névrosé.

Je me permets d'essayer de raconter mes étonnements. De plus forts que moi diront que je suis encore bien jeune, ce qui me fera plaisir. Peut-être m'ouvriront-ils des horizons inconnus, me donneront-ils des lumières qui me manquent. Ce sera un peu tard, mais d'autres en profiteront.

J'ai semé pas mal de faînes dans ma vie; mais ce que ces faînes ont donné de hêtres se compterait facilement. Aussi n'ai-je pas été peu étonné, vers 1883, arrivant dans la forêt des Collettes (1500 hect., près Gannat) pour la première fois, de trouver un semis de hêtre que l'on venait d'exécuter par bandes ou en plein, dans un terrain médiocrement cultivé, sur un plateau élevé et de tous les côtés au soleil exposé, au milieu d'un grand vide produit par les ouragans qui avaient dévasté la forêt quatre ans auparavant.

J'ai toujours ouï dire que le hêtre, essence d'ombre, ne prospérait que sous le couvert; que celui des arbres manquant, il fallait lui créer un abri artificiel. M'est avis que c'était déjà, il y a trente ou quarante ans, ce que l'on nous enseignait à Nancy et ma petite expérience personnelle m'a montré plus d'une fois que l'on avait parfaitement raison. En ai-je assez vu de ces semis naturels de hêtre, admirables sous le couvert, disparaître après la coupe définitive, aux premiers soleils un peu ardents de juillet ou d'août!

J'ai donc pensé que ceux qui avaient proposé ce travail s'étaient trompés grossièrement; que j'arrivais heureusement à temps pour réparer le mal. C'est un sentiment si naturel! Et j'ai fait bourrer tout ce vide de pins sylvestres semés ou plantés qui devaient protéger et abriter le hêtre dans le cas où il tendrait à disparaître. Malheureusement ces résineux ont admirablement réussi. Et depuis lors, agents et préposés forestiers n'ont pas de plus grand souci que de s'en débarrasser; car, je l'avoue sans fausse honte, ils sont au moins inutiles et encombrants, très souvent nuisibles. Car ce hêtre, qui aurait dû brûler au soleil, s'est développé, au contraire, avec une vigueur incroyable. Le semis très maigre de la première année a donné un fourré aujourd'hui admirable et absolument complet.

Quelques années plus tard, il s'agissait, dans la même forêt, presque dans le même canton, de repeupler en hêtre un autre vide de dix hectares, qui avait été concédé à des laboureurs du voisinage et cultivé pendant quatre années en céréales et plantes sarclées. On héritait des mêmes scrupules que j'avais eus : le hêtre en plein soleil et sans abri! Je me suis permis de dire alors : " Rien à craindre aux Colettes; c'est la terre promise du hêtre. „ Et en effet, le succès a dépassé les espérances. On a bien cru devoir introduire en mélange quelques chênes, même beaucoup de chênes. Il en sera de ceux-ci comme de mes pins; ou plutôt les hêtres les étoufferont, et ce sera bien fait. Quand le hêtre est

absolument chez lui, le chêne n'y est plus, et celui qui alors pousse en mélange n'a plus aucune qualité. Il est gélif, *gorgeu, nouasseux* (1), détestable pour la fente, mauvais pour le sciage, médiocre pour le chauffage. Allez voir un peu la forêt d'Eu : vous y trouverez à chaque pas des hêtres admirables ; mais, sur le parterre des coupes, quand tous les produits un peu recherchés sont enlevés depuis longtemps, vous vous heurtez à quelques gros chênes qui traînent là indéfiniment parce que l'on ne sait qu'en faire.

J'aurais dû commencer par vous dire que la forêt des Colettes repose sur les décompositions argilo-siliceuses, plus argileuses que siliceuses, des granits et des micaschistes, et que ce terrain, sans être jamais d'une humidité nuisible, conserve indéfiniment une grande fraîcheur, ce qui permet au hêtre d'y prospérer en plein soleil. Sans doute, cette situation un peu exceptionnelle sauterait aux yeux de tout le monde. Pour moi, je me sens de taille à m'y laisser prendre encore à la première occasion (2).

Le hêtre est donc quinteux dès sa plus tendre enfance. De 15 à 40 ou 50 ans, on pourrait croire que son caractère s'est amélioré. Les perchis de cet âge sont généralement admirables et les éclaircies y sont relativement simples. Mais dès qu'il a atteint l'âge mûr et la vieillesse, l'âge où il devient véritablement marchand, utile, presque précieux, son humeur reparaît.

Je me rappelle, dans un petit coin de la forêt de Dreuille (3), un peuplement pur hêtre, de cent ans environ. La première fois que j'ai traversé ce canton, je l'ai coté sur mon plan : " admirable futaie. „ Voilà deux coupes que j'y pratique, coupes d'ensemencement et secondaire très légères (4); je n'ai jamais vendu que

(1) En style de bûcheron bourbonnais ou berrichon, *gorgeu* ou *gorju* se dit d'une tige qui, au lieu d'être droite et cylindrique, présente une succession de *gorges*, d'ondulations, de festons. — *Nouasseux* veut dire noueux sur un grand nombre de points; un arbre couvert de nœuds, ou *nouasseux*, oppose un obstacle absolu à la fente et ne produit que de mauvais sciage.

(2) La forêt des Colettes repose sur des terrains formés principalement par la décomposition du micaschiste et du granit au milieu desquels sont intercalées des veines de quartz. Le gneiss se montre sur quelques points associé au granit (canton du Bois-Jaumal et du Boulard), et le porphyre quartzifère, avec filons de pegmatite, constitue les deux éminences du Puy de Juillat et du Ché du Blanc. — Le sol est partout ameubli, grâce à la présence de nombreux débris de quartz; néanmoins l'argile est l'élément dominant.

(3) La forêt domaniale de Dreuille, d'une contenance de 1300 hectares, est située près de la petite ville de Cosne-sur-l'Œil, arrondissement de Montluçon.

(4) *Coupe d'ensemencement; coupe secondaire...*

Quand un massif de futaie pleine est en âge d'être exploité (entre 150 et

des arbres tarés, et je ne voudrais pas jurer qu'il n'en reste pas encore plus d'un à enlever; car le hêtre est encore plus dissimulé que délicat. Il n'a guère de branches mortes et vit fort bien, en massif serré, avec des trous et des gouttières qui ne sautent point aux yeux; si bien qu'à traverser un massif, vous le jugez tout autrement que vous ne le faites après avoir examiné chaque arbre successivement pour être bien fixé sur ce qu'il convient d'en faire, l'abattre ou le réserver.

Au point où nous en sommes de l'exploitation du massif dont je parle, il paraît encore très beau; mais nous ne savons comment nous y prendre pour finir de le réaliser. L'expérience du voisinage nous montre clairement ce qui nous arrivera. Si, pour compléter le repeuplement à peine commencé, nous faisons là-dedans une coupe un peu claire, toutes les réserves vont brûler sur la face exposée au midi et, trois ans après la coupe, la moitié seront mortes. Vous savez bien ce que j'appelle la brûlure : l'écorce se contracte, se fendille, se détache sur toute une face de l'arbre, et le bois, cessant d'être protégé par l'écorce, passe à l'état de matière inerte et ne tarde pas à se décomposer. Le hêtre crû en massif serré brûle et sèche aussitôt qu'on l'isole. Dans une futaie de chêne, les coupes peuvent durer 10, 15, 20 ans sans que les arbres perdent sensiblement de leur valeur, quand même quelques-uns se couronneraient plus ou moins. Dans une futaie de hêtre, c'est tout le contraire. Vous avez compté exploiter du bois d'industrie valant 20 francs le mètre cube, souvent plus, et vous réalisez de mauvais bois *de brûle* que vous vendez 6 à 7 francs la corde de charbonnette, soit 3 à 3,50 francs le mètre cube. Au moment où vous commencez les coupes de régénération d'une parcelle, estimez-en le matériel. Vous trouvez une valeur de 100 000 francs, je suppose. Je mets en fait que si vos coupes durent seulement quinze ans, vous n'en réaliserez pas 80 000, parce que plus du quart de vos bois auront séché sur pied. Dans une futaie de chêne, les 100 000 francs en eussent produit 120 000.

250 ans, suivant l'âge d'exploitabilité adopté), on provoque d'abord le réensemencement naturel du terrain en éclaircissant le massif par une ou plusieurs coupes successives, les arbres laissés sur pied servant de porte-graines et d'abri pour les jeunes semis. Dans leur ensemble, ces coupes sont appelées *coupes de régénération.* La première est la *coupe d'ensemencement,* laquelle est dite *sombre* ou légère lorsqu'on abat très peu d'arbres; la dernière, celle qui fait tomber tous les arbres restants, est la *coupe définitive;* les intermédiaires sont appelées *coupes secondaires;* elles sont dites *claires* quand on abat beaucoup d'arbres.

Ceci n'est pas spécial à Dreuille. Aux Colettes, que je me suis permis d'appeler la terre promise du hêtre, c'est la même chose. Dans cette forêt, je l'ai déjà dit, les ouragans de 1879 ont créé d'immenses vides et criblé tout le massif de trous plus ou moins grands. Sur le pourtour de chacun de ces trous, vous voyez tous les arbres dégringoler avec une rapidité désespérante; et si vous enlevez ceux qui meurent, ce sont les suivants qui partiront l'été d'après. Durant cinq années, j'ai ainsi couru les arbres morts dans toute la forêt, sans jamais en voir la fin. Véritable tonneau des Danaïdes à rebours.

Comment s'y prendre alors, en nos pays, pour traiter une forêt de hêtres sans laisser perdre la moitié des produits que le temps et la prudence de nos pères y ont accumulés? Je cherche et, ne trouvant pas, je demande.

Faut-il abandonner la méthode naturelle et en revenir purement et simplement au jardinage (1)? C'est la première idée qui se présente pour peu que l'on regarde faire les particuliers.

Quand j'étais jeune, mon père possédait une petite futaie de hêtres de 2 à 3 hectares. Il y avait là des bois de tous les âges; ce qui n'empêchait pas le massif d'être fermé et les arbres végétaient très bien. Un an après ma sortie de l'école forestière, il m'emmena dans ce boqueteau en me disant : " J'ai besoin d'un billet de mille francs, comment vas-tu t'y prendre pour me le trouver là-dedans? „ — Notez que si je voulais me rendre beaucoup plus intéressant, il suffirait de multiplier mes chiffres par 10 ou par 100. Ça ne changerait absolument rien à l'affaire; mais un monsieur qui jongle avec des millions se fait bien mieux écouter que celui qui s'en tient aux modestes billets de cent ou de mille. Je m'armai d'une serpe et me mis à marquer tous les petits bois de manière à espacer les cimes et à permettre aux plus beaux sujets de se former une tête.

" Mais, malheureux, me dit mon père, que diable fais-tu là? Tu abats les trois quarts des arbres et tu ne me fais pas d'argent. Ce n'est pas un sabotier qui va m'acheter ta marchandise; et la charbonnette que tu me donnes, je ne la vendrai pas : il y en a trop peu. „

(1) On appelle *jardinage* ou *coupe jardinatoire*, en langage forestier, une exploitation consistant à choisir, çà et là dans un massif de futaie, les arbres que l'on préfère abattre, de telle sorte que, dans les massifs ainsi traités, tous les âges finissent par se trouver mélangés, au lieu d'être cantonnés dans des espaces déterminés appelés " affectations périodiques „, comme cela a lieu dans les futaies traitées par la méthode dite " du réensemencement naturel et des éclaircies. „

Il m'ôta l'outil des mains et eut bientôt fait de marquer les cinquante plus gros arbres.

" Allons-nous-en, reprit-il alors; mon affaire est faite. Ton système peut être excellent, mais il ne me convient pas. Ton grand-père faisait ce que je viens de faire, et son père avant lui. Voilà à ma connaissance plus d'un siècle que ce bouquet de bois est ainsi traité, — maltraité, si tu veux. Et cependant, toutes les fois qu'on a eu besoin d'un peu d'argent, on l'a trouvé là, à condition évidemment de n'y pas revenir trop souvent. „

Ce boqueteau appartient aujourd'hui à l'un de mes frères. J'y suis retourné il n'y a pas un an. Il continue à rendre les mêmes services dans les jours de débine, et je ne vois pas de raison pour que ça finisse.

Malgré cela, le jardinage savant appliqué à nos grandes forêts, et que je ne connais d'ailleurs que très approximativement, ne me dit absolument rien. Pour ne l'avoir pas pratiqué, sans doute, je ne vois pas très bien comment il se prête à l'ordre et à la régularité, que je crois absolument indispensables partout, et peut-être en sylviculture plus que partout ailleurs. A ce point de vue, on ne saurait imaginer rien de plus parfait que nos tableaux d'exploitation de taillis sous futaie à 20, 30 ou 40 ans. La méthode du réensemencement naturel pour les futaies se rapproche de cette régularité autant que possible; et même, si nous avions des futaies soumises à ce traitement depuis deux siècles, ce serait tout à fait la même chose. Seulement nous n'en avons pas, et peut-être n'en aurons-nous jamais. En attendant que les peuplements soient très satisfaisants pour l'œil, nos tableaux d'aménagement le sont absolument : c'est déjà quelque chose. Il semble donc sage de ne pas les abandonner trop vite, avant d'avoir pu les juger à l'œuvre, pour retomber dans le jardinage qui a bien des inconvénients et des difficultés.

On me dit : " traitez le hêtre par la méthode du repeuplement naturel, mais veillez à ce que le massif soit toujours tenu à l'état serré; ayez un étage supérieur de très gros arbres au milieu de bois d'âge moyen, et un sous-bois qui maintienne la fraîcheur et reste toujours tout prêt à combler en deux ou trois ans tout vide venant à se produire. „ — C'est possible, si vous prenez un fourré de hêtres et le conduisez pendant près de deux siècles, sans une faute ni une hésitation, jusqu'au jour fixé pour son exploitation. Et je ne crois pas exagérer en disant : près de deux siècles; car les gros hêtres de l'étage supérieur peuvent certainement dépasser 150 ans sans dépérir.

Théoriquement, ce système est excellent, et nous avons tous rencontré des fractions de parcelles ainsi constituées où la végétation est admirable. Dans la pratique, vous rencontrerez toujours des cantons où se trouve un peuplement de hêtres de 100 ans, crû à l'état serré, trop serré, où tous les brins sont de même taille, qui tous manquent de tête, que l'aménagement nous prescrit de régénérer et qu'il faut en effet régénérer, sous peine de retomber dans le désordre que nous voulons faire disparaître à tout prix. La régularisation de la forêt, c'est le seul côté peut-être inattaquable de notre système d'aménagement. Quand nous l'aurons réalisée, tout le reste arrivera par surcroît.

Si nous renonçons à poursuivre cet objectif essentiel, nous en arrivons à considérer chaque parcelle comme une forêt isolée où l'on asseoit tous les 5, 10, 15 ans au plus, les coupes que réclame son état. C'est ce que l'on fait en Allemagne, me dit-on. Il se peut — tout se voit — que nos voisins obtiennent ainsi de merveilleux résultats. Jusqu'à preuve contraire, j'en doute. Mais je suis persuadé que chez nous cette méthode produirait des effets désastreux : finalement on ne ferait plus rien du tout, un peu par paresse et indifférence, beaucoup pour éviter des écritures, des discussions et des difficultés administratives interminables. Il faut toujours en revenir à se régler en long et en travers. Ça n'est pas sans inconvénients ; mais que d'avantages !

Le jardinage, le peuplement à deux étages (1), le traitement par parcelles isolées ne me satisfont donc pleinement ni les uns ni les autres. Alors que reste-t-il ?

Comment s'y prendre, quand il s'agit en somme de régénérer un beau peuplement de hêtres un peu jeunes où tous les arbres se ressemblent ? Tout simplement, après avoir provoqué le repeuplement du sol par deux ou trois coupes assez serrées, exploiter à blanc (2) et attendre.

(1) Un *peuplement à deux étages* est un massif composé d'arbres de deux âges très sensiblement différents, régulièrement mélangés entre eux. Il en résulte que les cimes des arbres les plus âgés, 120 ou 130 ans par exemple, forment comme un champ de feuillage à une hauteur proportionnée, tandis que celles des arbres crus en sous-étage, c'est-à-dire formant l'étage inférieur, — soit, si l'on veut, des arbres de 40 à 50 ans, — étant notoirement moins élevées, constitueront une deuxième zone inférieure à la première. Il suit de là que, dans une futaie traitée à deux étages, le peuplement formant l'étage inférieur doit toujours être composé d'*essences d'ombre*, c'est-à-dire d'essences qui supportent le couvert d'arbres plus âgés. Cette règle est moins absolue quand les essences de l'étage supérieur ont un feuillage léger ne fournissant qu'un faible couvert.

(2) *Exploiter à blanc* ou *à blanc étoc* consiste à abattre tous les arbres sans exception.

Une partie de vos semis mourra : vous compléterez artificiellement comme vous pourrez; on finit toujours par arriver. C'est une question de temps et d'argent. L'argent nous manque encore moins que le temps, c'est-à-dire la patience. Et faudra-t-il tant d'argent? En tenant compte du repeuplement naturel qui aura résisté, vous en viendrez à bout avec 50 francs par hectare au maximum. Ce sera bien moins cher que de maintenir sur pied des arbres destinés à perdre en 3 ou 4 ans les trois quarts de leur valeur.

Croyez-vous cependant que, quand il s'agira, pour moi qui vous parle, de travailler dans la parcelle dont je vous ai entretenus plus haut, cette parcelle qui renfermait pour 100 000 francs de bois, sur lesquels j'avais grand' peur de réaliser une perte sèche de 20 000 francs, — croyez-vous que j'aurai le courage de mon opinion et serai aussi radical que je vous conseille de l'être? Ça n'est pas probable. J'aurai tort, voilà tout. Ce ne sera pas la première fois; mais ce sera certainement une des dernières.

E. Desjobert,
Inspecteur des forêts.

HOMMAGE RENDU A LA MÉMOIRE

DE

LOUIS-PHILIPPE GILBERT

le 6 novembre 1892, à l'Université catholique de Louvain (1).

Louis-Philippe Gilbert, né à Beauraing, dans la province de Namur, le 7 février 1832, est mort à Louvain le 4 février 1892. Ce fut l'un des maîtres les plus estimés de l'Université catholique, qui l'avait appelé, en 1855, à succéder à Pagani, et l'un des représentants les plus autorisés des sciences physiques et mathématiques en Belgique.

Au lendemain de cette perte prématurée, un groupe de collègues, d'élèves et d'amis de l'illustre savant, désireux de reconnaître ses services et de rendre un hommage public et durable à sa mémoire, résolurent de lui élever un buste en marbre dans une des salles de la bibliothèque, au sein de cette université où Gilbert a dépensé, sans compter, pendant trente-six ans, toutes les richesses d'un puissant et brillant esprit, tous les trésors d'une vaste et solide érudition, tous les dons d'un cœur généreux et dévoué et toute l'énergie d'une foi éclairée et d'une activité sans cesse en éveil.

(1) *Université catholique de Louvain. Hommage à la mémoire de Louis-Philippe Gilbert.* Compte rendu de la manifestation du 6 novembre 1892. Louvain, Charles Peeters, 1893 (145 pp. in-8° avec portrait). — Le discours de M. Mansion, précédé d'une courte esquisse biographique, est publié à part sous le titre : *Notice sur les travaux scientifiques de L.-Ph. Gilbert,* par P. Mansion. Paris, Gauthiers-Villars et fils (86 pp. in-8° avec portrait).

Les démarches qui furent faites pour réunir des adhérents à ce projet reçurent, partout et de la part de tous, l'accueil le plus empressé : en quelques jours, le comité organisateur de cette manifestation fut définitivement constitué sous la présidence d'honneur de Mgr Abbeloos, recteur magnifique de l'Université catholique de Louvain, et de M. Antoine d'Abbadie, membre de l'Institut de France, et sous la présidence de MM. Louis Henry, Paul Mansion et le Dr Lefebvre. Plusieurs savants étrangers, M. de Lapparent, professeur à l'institut catholique de Paris, M. le comte de Sparre, professeur aux facultés catholiques de Lyon, M. le vicomte de Salvert, professeur aux facultés catholiques de Lille, et M. Louis Cousin, directeur de l'École polytechnique de Santiago (Chili) et ancien collègue de Gilbert à l'université de Louvain, tinrent à honneur de figurer parmi les membres de ce comité.

Une circulaire, émise le 15 mars 1892, fit connaître le projet et sollicita les adhésions. Elles arrivèrent nombreuses du pays et de l'étranger.

Le comité confia à M. Franz Vermeylen, sculpteur à Louvain, la tâche délicate de reproduire dans le marbre les traits de l'éminent professeur, et invita les amis et les admirateurs de Gilbert à assister à l'inauguration sollennelle de ce monument, le 6 novembre 1892, à midi, aux Halles, dans la salle des promotions. La brochure dont nous donnons le titre en note, au commencement de cet article, est le compte rendu de cette belle et touchante cérémonie.

L'*Aula* louvaniste, décorée pour la circonstance, s'était remplie de monde dès longtemps avant l'heure. Mgr Abbeloos, recteur magnifique, et les autres autorités universitaires, des professeurs appartenant à toutes les facultés, ceux de la faculté des sciences presque au complet, des membres de l'Académie royale et des autres corps savants du pays, parmi lesquels on remarquait M. Folie, directeur de l'Observatoire royal de Belgique, des membres de la Chambre des Représentants, une foule d'étudiants anciens et actuels, étaient là pour rendre un hommage suprême à la mémoire de l'ami, du savant et du maître vénéré.

On admire le buste qui se détache, dans son éclatante blancheur, au milieu d'un massif de fleurs et de verdure. On sent que l'artiste y a mis tout son talent et son cœur. Il a su rendre, avec une ressemblance frappante dans tous les traits de cette noble et sévère figure de savant, l'apparence même de la vie, le rayonnement de l'intelligence, l'élévation morale de caractère.

Cette belle œuvre occupera une place d'honneur parmi les autres monuments des gloires académiques de Louvain.

Mgr Abbeloos s'assied au fauteuil de la présidence; les fils et les gendres de l'illustre défunt se placent à ses côtés.

M. Louis Henry prend le premier la parole, au nom de la Faculté des sciences de Louvain, et fait l'éloge du professeur. L'orateur développe, dans un langage relevé, cette pensée bien simple en apparence, mais dont il a magnifiquement montré toute l'étendue et toute l'élévation : Philippe Gilbert a rempli ses devoirs académiques glorieusement et dans toute leur extension. Il ne s'est pas borné à répandre la science dans des leçons appuyées sur un profond savoir, préparées toujours avec un soin jaloux, pénétrées des lumières d'une belle intelligence et ornées de tous les charmes d'une parole aisée, limpide et brillante; il a cultivé la science pour elle-même et contribué, par des recherches personnelles qui, en illustrant son nom, lui assurent un rang distingué dans l'histoire des sciences à notre époque, au progrès de toutes les branches de son vaste enseignement, l'analyse infinitésimale, la mécanique rationnelle, la physique mathématique, et à la glorification, par la science, de sa foi chrétienne.

C'est à M. Mansion qu'avait été confié le soin de retracer la carrière scientifique de Gilbert. Nul mieux que le savant et érudit professeur d'analyse de l'Université de Gand ne pouvait s'acquitter de cette tâche difficile. Dans ce discours, ou plutôt dans cette docte et très intéressante notice, où les hiéroglyphes de l'algèbre se mêlent, sans les déparer, aux grâces du langage et aux effusions de l'amitié, M. Mansion passe en revue toutes les questions d'analyse, de géométrie, de mécanique rationnelle, de physique mathématique et d'histoire des sciences abordées par Gilbert au cours de sa féconde carrière. Il ne se contente pas de les énumérer, il les analyse en détail; et par des résumés précis mais très clairs, par des rapprochements et des citations que ses connaissances sur l'histoire et le développement des sciences mathématiques lui rendent faciles, il met pleinement en lumière le mérite de l'œuvre scientifique de Gilbert et la part qui lui revient dans les progrès auxquels il a contribué.

Il serait difficile d'analyser cette belle étude; bornons-nous à rappeler, parmi les nombreux travaux du savant professeur de Louvain, ses *Recherches analytiques sur la diffraction de la lumière,* œuvre de jeunesse, devenue classique presque au len-

demain de sa publication; son *Étude historique et critique sur le problème de la rotation d'un corps solide autour d'un point fixe,* où brillent à la fois l'érudition la plus étendue et le sens critique le plus pénétrant; son beau *Mémoire sur l'application de la méthode de Lagrange à divers problèmes de mouvement relatif,* qui fit de Gilbert l'émule de Léon Foucault. Ce mémoire, présenté à l'Académie des sciences de Paris, reçut l'honneur de l'impression dans le *Recueil des Mémoires des savants étrangers,* sur les conclusions d'un rapport de M. C. Jordan. Les membres de la *Société scientifique* qui ont assisté à la belle conférence de Gilbert sur les *Preuves mécaniques de la rotation de la terre,* et les lecteurs de cette *Revue* où cette conférence fut publiée, savent comment l'illustre auteur fut conduit, par la voie royale de l'analyse la plus relevée, à la découverte du *barogyroscope,* le seul instrument qui permette une expérience précise, facilement réalisable, montrant aux yeux le mouvement de rotation de la terre.

" Les travaux de Gilbert sur la rotation des corps, dit M. Mansion, attirèrent vivement l'attention du monde savant. Deux années de suite, le Ministre de l'instruction publique, en France, signala spécialement son principal mémoire aux candidats pour le concours de l'agrégation. La *Société scientifique* fut forcée d'en publier une seconde édition. L'Académie des sciences de Paris, à laquelle Gilbert présenta, de 1877 à 1880, outre ce mémoire, un grand nombre de notes sur la mécanique analytique, le nomma son correspondant, le 3 février 1890, rare distinction, à laquelle il a été donné à peu de savants de notre pays de prétendre et d'arriver! "

Citons encore les deux traités classiques d'analyse et de mécanique où Gilbert résuma une grande partie des leçons qu'il fit à l'université de Louvain. Ces deux livres, perfectionnés et constamment enrichis dans les éditions successives qui se multiplièrent rapidement, eurent en Belgique et en France le succès mérité d'une œuvre vraiment magistrale; ce sont les seuls où les principes de la science et leurs principales applications sont exposés, sous une forme aussi condensée, d'une manière à la fois simple et rigoureuse.

L'activité scientifique de Gilbert s'étendit bien au delà des frontières, si vastes cependant, de son enseignement. De 1855 jusqu'à sa mort, il n'a cessé d'explorer en tous sens le domaine des sciences et de leur histoire. La géographie, l'astronomie, la physique attirent tour à tour son attention, et lui fournissent

l'occasion de faire œuvre de haute vulgarisation scientifique. Les biographies de savants belges et étrangers, et surtout ses savantes et consciencieuses études sur Galilée mirent en pleine lumière la flexibilité et l'étendue de son talent. Il a refait l'histoire du fameux procès avec tant d'érudition, une critique si judicieuse, si sûre, si sereine, et une compétence scientifique si parfaite, qu'il sera bien difficile de rien y ajouter d'essentiel.

" Il y a douze siècles, dit M. Mansion en terminant son discours, un grand pape, cité naguère par S. S. Léon XIII, disait aux fidèles de son temps : " Si quelqu'un a reçu le don de la „ parole, qu'il prenne garde de se taire, „ qu'il fasse fructifier le talent qui lui a été confié. Gilbert a répondu à cet appel que Dieu fait entendre à chaque homme. La Providence lui avait départi de riches facultés. Il en a fait le plus noble usage, au service de la science et de la foi. Aussi son nom vivra-t-il non seulement dans cette université catholique qui rend aujourd'hui un suprême hommage à sa mémoire, mais partout où il y a des savants et des chrétiens. Ils honoreront en lui l'auteur des *Recherches sur la diffraction,* l'inventeur du *barogyroscope,* l'historien du procès de *Galilée* et enfin, comme on va vous le dire, en termes plus éloquents que je ne puis le faire, l'un des fondateurs de la *Société scientifique de Bruxelles.* „

M. le Dr Lefebvre, président de cette Société lors de la formation du Comité, prend la parole. Il montre comment la foi chrétienne et la science du savant, si glorieusement unies dans Gilbert et animées par un zèle également ardent et un dévouement toujours infatigable pour l'avancement et la diffusion des connaissances humaines et la défense de l'Église et de la vérité, en firent tout naturellement l'un des principaux fondateurs et l'un des plus zélés promoteurs de la *Société scientifique de Bruxelles,* dont la mission est précisément la glorification de la foi par la vraie science et la lutte vaillante contre l'erreur, surtout dans le domaine où la science confine à la philosophie et à la religion révélée.

C'est par ce discours si chrétien et si réconfortant que se termina la manifestation du 6 novembre 1892. En élevant l'œuvre scientifique de Gilbert à la hauteur d'un acte d'apologétique religieuse, M. le Dr Lefebvre achevait le tableau si bien commencé par M. Henry et M. Mansion, et où le héros de cette belle fête nous apparaît, dans tout le rayonnement de ses talents

et de sa foi, comme le type et le modèle du vrai savant et du vaillant chrétien. L'hommage rendu à sa mémoire était complet. Gilbert a porté haut et ferme le drapeau de la science et le drapeau de la foi; admirons-le, et efforçons-nous de marcher sur ses traces (1).

J. Thirion, S. J.

(1) La brochure qui nous a fourni la matière de cet article contient encore : le discours prononcé à la salle des promotions, par Mgr Abbeloos, après le service funèbre du 10 mars 1892; la reproduction d'une notice nécrologique publiée par M. C. de la Vallée Poussin, dans la *Revue Générale* (mars 1892); un extrait du *Rapport sur la Société scientifique de Bruxelles*, fait par M. De Vorges à l'assemblée générale de la Société bibliographique (17 mai 1892); plusieurs articles extraits de la *Gazette de Louvain;* et la liste des souscripteurs.

BIBLIOGRAPHIE

I

Introduction scientifique a la foi chrétienne, par un ingénieur de l'État, ancien élève de l'École polytechnique. — Petit in-8° de 308 pp. — 1892. Paris, Bloud et Barral.

S'appuyer sur les certitudes de la science pour démontrer la certitude des vérités spiritualistes et en particulier des vérités de la foi, est assurément un noble but. C'est là essentiellement une œuvre philosophique, et très heureusement réalisée dans cet ouvrage, mais avec cette particularité que l'auteur, homme de science par profession, prend ses exemples, ses données, ses points d'appui dans les faits scientifiques, en tous les cas où la chose est possible et fonde sur eux son argumentation. Méthode excellente en nos temps troublés où le contingent, le relatif, le matériel, tendent de plus en plus à prédominer sur le nécessaire, l'absolu, l'idéal.

Ce plan apologétique complète admirablement celui, plus fréquemment suivi et qui a d'ailleurs son incontestable utilité, consistant à montrer que telle ou telle théorie scientifique, dont l'ennemi croit se faire une arme contre la vérité spiritualiste ou révélée, n'est en réalité qu'un *telum imbelle sine ictu,* impuissant contre l'acier, le diamant de nos croyances. L'auteur prend les choses de plus haut : il montre que les vérités spiritualistes et chrétiennes découlent du même principe, de la même source que les vérités scientifiques, les vérités du monde spirituel et moral que celles du monde matériel. Cette base une fois solidement

assise, il est clair que les difficultés, les contradictions qui peuvent se montrer dans les points de contact des deux ordres de vérités ne sauraient êtres qu'apparentes. D'ailleurs, dans la science elle-même, se rencontrent souvent des contradictions ou des oppositions que l'on ne semble pas toujours près de résoudre. Ainsi, tandis qu'un des grands physiciens de nos jours, M. Hertz, donne comme assuré que " l'espace est rempli d'une substance capable d'entrer en vibration, l'éther ", et que " l'existence de cette substance est, humainement parlant, certaine ", d'autres savants, non moins éminents, considèrent l'éther comme immatériel : " Il est sûr, disait Hirn et, après lui, M. Faye, que l'espace ne contient pas trace d'un milieu matériel résistant. "

C'est là, ajoute notre auteur, une " contradiction autrement grave que toutes celles que l'on a cru relever entre la science et la religion " (1). Et cependant nul ne s'avisera de nier à ce

(1) *Introduction scientifique à la foi chrétienne*, p. 9. L'auteur cite aussi, comme exemple de contradiction au sein de la science elle-même, le conflit qui se serait élevé entre la thermodynamique et la géologie : la première admet un espace d'environ 18 millions d'années pour la concentration de la nébuleuse solaire au point où elle est devenue le Soleil qui éclaire le globe terrestre dans sa période géologique actuelle. " Or, la plupart des géologues, ajoute l'auteur, admettent qu'il a fallu à la terre cinq cent millions d'années pour la formation et la stratification des terrains géologiques. "

Cette contradiction, qui a pu avoir quelque importance au temps où dominait en géologie la théorie des causes actuelles, tend de plus en plus à disparaître. Dans sa belle conférence au Congrès scientifique des catholiques de 1891, M. de Lapparent, s'appuyant sur les travaux du savant anglais sir William Thomson, admet, non certes comme un chiffre fixe, mais comme dernier maximum, un laps de *cent millions d'années* à partir du moment où les premiers océans ont commencé à devenir habitables pour des êtres organisés, jusqu'à aujourd'hui.

Sans doute ce chiffre est encore bien supérieur à celui de 18 millions d'années admis par le même savant pour la concentration de la nébuleuse solaire. Mais toute contradiction disparaît si l'on accepte la modification apportée par M. Faye à la théorie de Laplace. D'après M. Faye, la nébuleuse solaire n'aurait commencé à se dessiner qu'après la formation successive de toutes les nébuleuses planétaires, en commençant par Neptune et finissant par Mercure. En une telle hypothèse, il n'y a plus aucune espèce de contradiction entre la brièveté relative du temps employé par la nébuleuse solaire pour devenir le Soleil, et le beaucoup plus grand nombre de siècles qu'aurait employés la Terre pour passer de l'état de petit soleil à l'état de planète refroidie et habitable par l'homme.

C'est ainsi que, par le progrès même de la science, des données qui, parties de régions différentes, semblent d'abord se contredire à leur point de rencontre, finissent par se concilier pleinement par la suite. A plus forte raison en est-il et en sera-t-il ainsi des difficultés qui peuvent se manifester, sous un premier examen, aux points de contact des sciences naturelles et des vérités d'ordre spiritualiste.

propos la science, ses magnifiques développements et le puissant essor qu'elle a pris en notre siècle.

Le récent ouvrage qui motive la présente étude est, on l'a dit plus haut, d'un bout à l'autre et en même temps que scientifique, une œuvre philosophique. Si même l'élément scientifique y occupe la place prépondérante en certaines de ses parties, dans d'autres il y fait place à la théodicée, ou même à la théologie, comme on peut s'en rendre compte par la seule inspection du plan et de la division de l'ouvrage.

Le livre Ier, intitulé *Nécessité scientifique de l'existence de Dieu,* est celui où les sciences physiques et naturelles remplissent la plus large part de l'argumentation.

Plus métaphysique est déjà le livre II qui, s'occupant *Des rapports de la divinité et de l'humanité,* entre par le fait dans le domaine de la théodicée. Toutefois le chapitre relatif au miracle présente un très grand intérêt scientifique en montrant l'inanité et le mal fondé, au point de vue même de la science, des objections que les savants rationalistes tendent d'opposer à la réalité des faits miraculeux.

Quant au livre III, intitulé *Jésus-Christ,* et où il est question, sans doute, de la " convenance scientifique de l'Incarnation ", mais où se trouve aussi une excellente démonstration de l'authenticité des Évangiles, de la divinité de Jésus, de la sublimité morale et autres caractères du christianisme, et enfin des prophéties, de leur authenticité et de leur rigoureux accomplissement aux temps prédits, il appartient plutôt à la théologie, à la critique historique et à l'exégèse qu'à la science proprement dite, à moins de prendre le mot *science* dans son acception la plus large et la plus étendue du mot, celle de *savoir,* qui est d'ailleurs la plus générale et la plus vraie.

Le même genre d'appréciation peut être appliqué au livre IV et dernier, qui a pour objet *La Rédemption et l'Église.*

Nous nous occuperons plus particulièrement du livre Ier, qui remplit d'ailleurs, à lui seul, plus du tiers du volume.

L'auteur commence par tirer la nécessité de l'existence de Dieu des nécessités mêmes de la méthode dans les sciences physiques et naturelles. Chacune de celles-ci repose sur un principe fondamental, une loi générale permettant de coordonner tous les phénomènes qui la constituent, principe ou loi entourés de mystères ou d'apparentes contradictions, et que cependant nul savant ne refuse d'admettre comme fondement même des sciences de la nature.

Ainsi l'existence de l'éther cosmique, ainsi le principe de la gravitation : on n'a jamais isolé le premier, on ne comprend pas la nature du second. On admet l'un et l'autre cependant, et tous les faits scientifiques observés, tous les calculs qui leur sont appliqués, en vérifient la rigoureuse exactitude. En somme, les principes premiers de toutes les sciences nous échappent, et si l'esprit humain peut parfois déterminer les lois qui en émanent, il ne peut jamais en reconnaître la nature : il est forcé de s'arrêter devant des substances qu'il ne peut analyser, des actions qu'il ne peut comprendre. Et de là l'auteur conclut très justement :

" Que vient-on nous dire que la science moderne doit rejeter Dieu, parce qu'elle ne peut pas le démontrer, parce qu'il ne tombe pas sous l'action directe de ses expériences de laboratoire! Autant vouloir que toutes les sciences rejettent les principes sur lesquels elles s'appuient, principes qu'on ne connaît pas plus que Dieu,—qu'on connaît moins que Dieu,—qui ne tombent pas plus que Dieu sous nos sens ! "

C'est là plutôt une preuve négative qu'une preuve directe. Disons mieux, il n'y a guère ici qu'une analogie. Mais elle suffit à renverser l'objection tirée prétendument de la méthode scientifique.

On peut ramener à deux seulement tous les systèmes à l'aide desquels, depuis que l'homme existe, on a cherché à expliquer la formation et le fonctionnement de l'univers : le spiritualisme théiste (1) et le matérialisme athée. Pour ce dernier, qui implique d'ailleurs une rétrogradation remontant jusqu'à Lucrèce, Épicure, Leucippe, et se résout dans l'atomisme antique, l'auteur n'a pas de peine à en montrer l'inanité. Peut-être eût-il pu, en combattant l'*atomisme,* établir la distinction fondamentale existant entre les théories matérialistes qui s'abritent sous ce nom, et le dynamisme, qu'on désigne aussi sous l'appellation d'*atomisme moderne,* et dont le parfait spiritualisme ne saurait être contesté. Ceci n'est d'ailleurs qu'un détail.

(1) L'auteur emploie l'expression de " spiritualisme *déiste* ". Nous la croyons impropre. Le *déisme* s'entend généralement du spiritualisme qui admet bien Dieu comme cause souveraine et universelle, premier moteur, etc., mais sans reconnaître sa providence, son intervention permanente dans les affaires de ce monde, et de chacun de nous : Voltaire était déiste, toute l'école rationaliste de la première moitié de ce siècle était déiste.—On appelle au contraire *théistes,* de Θεὸς, Dieu, ceux qui reconnaissent l'existence de Dieu avec tous ses attributs, sa providence, ses perfections infinies en tous sens. Képler, Descartes, Newton, Leibnitz, étaient théistes.

De l'inertie de la matière, comme de l'existence du mouvement impliquant quelque part un point d'appui commun, un centre immobile, résulte cette conséquence que le mouvement n'est pas, en soi, inhérent à la matière, et que conséquemment il ne peut résulter que d'une impulsion première, d'une cause extérieure et partant étrangère, autrement dit spirituelle.

L'hypothèse matérialiste de la formation spontanée de l'univers par rencontres fortuites d'atomes ne tient pas debout devant le calcul des probabilités; et l'âge relatif des étoiles, déterminé à l'aide de l'analyse spectrale, renverse cette autre hypothèse suivant laquelle les astres de l'immensité se seraient formés à des époques quelconques dans la succession infinie des temps. Enfin, même en supposant la rencontre fortuite d'atomes doués de mouvement inhérent, l'auteur démontre algébriquement l'impossibilité par cette voie de formations autres que celle d'une masse informe et sensiblement immobile (1).

Des considérations scientifiques de même nature ou analogues sont invoquées pour combattre le matérialisme sous la forme, d'apparence un peu plus philosophique mais au fond non moins irrationnelle, du panthéisme. Par la force même des choses, ce sont toujours des raisonnements d'ordre philosophique ou même métaphysique, mais appuyés sur des faits et des données d'ordre scientifique, qu'emploie l'auteur. Et il ne saurait en être autrement. Quiconque essaye de se servir des faits ou des hypothèses de la science pour combattre le spiritualisme, sort par là-même du domaine scientifique pour faire incursion plus ou moins compétemment sur le terrain de la philosophie : c'est donc sur ce même terrain qu'on est contraint de suivre l'ennemi. Notre auteur le fait de la manière la plus heureuse, ne craignant même pas de se mesurer, quand il le rencontre sur son chemin, avec ce triste personnage qui avait nom Renan.

Ce n'est pas seulement la matière brute qui, par son existence comme par ses mouvements et son harmonie, prouve l'existence d'une cause supérieure et intelligente; le problème de la vie réclame plus impérieusement encore, s'il est possible, la même solution. La science établit pour la vie sur notre globe, tout comme pour le monde inorganique, qu'elle n'a pas toujours

(1) Incidemment, à ce propos, et dans un appendice rejeté à la fin du volume, l'auteur, appuyé sur les expériences et les raisonnements de Hirn, repousse la théorie cinétique, adoptée cependant par plus d'un savant spiritualiste et parfaitement théiste.

existé et qu'il y a eu un moment où elle s'est manifestée pour la première fois. Le principe de la vie se distingue fondamentalement de toutes les forces qui animent la matière brute : parmi celles-ci, il n'en est aucune qui tombe brusquement d'une valeur finie à zéro; c'est le contraire pour la vie qui, chaque fois qu'elle cesse, passe *sans transition* d'une valeur finie à une valeur nulle (1). De plus, ce principe est très inégalement réparti dans l'univers, et toute matière n'est pas vivante ; il n'est donc pas essentiel à la matière. Donc il provient d'un principe supérieur et nécessaire. Suit la facile réfutation des générations prétendues spontanées, et des fantastiques hypothèses d'Haeckel, notamment du transformisme à outrance et tel que l'entend le professeur d'Iéna.

En résumé, la substance de ce premier livre n'est autre que la vieille démonstration élémentaire de l'existence de Dieu fondée sur l'existence et l'harmonie du monde extérieur, mais rajeunie par son adaptation aux formes nouvelles et " scientifiques „ qu'a prises l'erreur pour reproduire ses éternelles négations. C'est aussi et surtout l'écrasante réfutation de celles-ci, atteintes dans leurs derniers retranchements. Quiconque, sans hostilité, sans parti pris, sans système volontairement préconçu, lira à tête reposée ces pages écrites par une plume versée dans la science, inspirées par un esprit vraiment philosophique en même temps que foncièrement chrétien, ne pourra se refuser à en reconnaître la justesse et à s'avouer convaincu.

Dans le second livre, qui traite " Des rapports de la Divinité et de l'humanité, „ nous n'avons, au point de vue scientifique proprement dit, à nous occuper que de la démonstration de la possibilité et de la réalité du miracle. La possibilité résulte rationnellement de ce que Dieu, qui a créé et organisé la matière, édicté les lois si multiples et si complexes qui régissent le monde physique, peut, au même titre, modifier temporairement et par exception ces lois dans tel ou tel cas déterminé, ayant réglé de toute éternité ces modifications et ces exceptions aussi bien que les lois elles-mêmes. Reste la question de fait, les faits étant contestés et niés avec plus d'opiniâtreté encore s'il est possible. Or, cette négation est tout ce qu'il y a de plus contraire au véritable esprit de l'observation scientifique. L'esprit scientifique veut, en effet, que, avant toute conclusion, toute affirmation, on

(1) Il s'agit évidemment de la cessation de la vie *au point de vue de l'organisme* seulement, la vie immatérielle, la vie spirituelle n'étant pas ici en cause.

commence par observer les faits avec un dégagement complet de tout système préconçu, qu'après une observation sérieuse et approfondie on fasse passer ces mêmes faits au crible d'une critique serrée et consciencieuse, après laquelle seulement il sera permis de conclure.

Telle n'est pas cependant la méthode des savants de l'école matérialiste ou même simplement rationaliste. Ils commencent par déclarer que le miracle n'est pas possible, attendu que la science ne l'a jamais constaté; fin de non recevoir qui ne signifie rien, puisque chaque jour cette fameuse science constate des faits et des lois qu'elle n'avait pas constatés jusqu'alors; c'est même en cela que consiste sa marche progressive. Puis quand on les pousse au pied du mur, en invoquant soit les faits historiques les plus rigoureusement établis, soit les miracles qui s'accomplissent de nos jours et qu'il suffit d'aller voir pour en être témoin, ou bien ils s'obstinent à les nier contre tous témoignages et toute évidence, ou bien ils refusent d'accorder au fait constaté le caractère miraculeux, avouant qu'ils n'y comprennent rien, mais que ce ne peut être un miracle, parce que le miracle est impossible. (Ils n'aiment pas les épinards et ils s'en applaudissent, car s'ils les aimaient, ô horreur! ils en mangeraient !)

Ainsi l'on part d'un *à priori* arbitraire et qui ne repose sur rien, pour nier des faits historiquement certains, pour refuser d'examiner ceux qui se passent de nos jours, ou enfin, si l'on en a été plus ou moins involontairement témoin, pour se retrancher derrière une sorte de mystère que l'on ne comprend point, mais dont on persiste à nier le caractère.

Voilà cependant à quels illogismes, à quels contre-bon sens, à quelles négations de la méthode scientifique préconisée partout ailleurs, conduit le parti pris, la volonté invétérée de repousser la lumière aussitôt qu'elle contrarie des théories ou des systèmes voulus ou acceptés d'avance. Ce qui prouve, comme l'auteur le fait très judicieusement remarquer dans sa *Conclusion*, que l'incrédulité ou la foi ne sont pas seulement affaire de raisonnement et de persuasion intellectuelle, mais encore, et plus encore, affaire de volonté bonne ou mauvaise. Ce n'est pas tant la raison que le cœur qui se refuse à croire, parce que la croyance à l'âme, la croyance au miracle, la croyance à Dieu, implique la domination des passions, le refrènement d'une foule d'instincts auxquels il est plus facile et plus commode d'obéir que de commander.

Nous ne suivrons pas l'auteur dans ses livres III et IV concernant Jésus-Christ, la Rédemption et l'Église, nonobstant une très ingénieuse comparaison entre les ébranlements dans le monde moral, tels que la faute originelle et la Rédemption, et les ébranlements vibratoires du monde physique, dont les effets peuvent être neutralisés, annihilés par des vibrations venant interférer avec les premières.

Mais si magistralement qu'ils soient traités, ces deux livres, dans leur ensemble, sortent un peu du cadre des questions qu'on examine dans cette *Revue*. Ce que nous avons dit doit suffire, d'ailleurs, pour faire apprécier l'esprit et le mérite de cet ouvrage, qu'on ne saurait trop recommander à tous les hommes sincères qui cherchent de bonne foi la vérité chrétienne tout en ne voulant pas, et avec raison, renoncer à la vérité scientifique.

JEAN D'ESTIENNE.

II

TO THE SNOWS OF TIBET THROUGH CHINA, by A.-E. PRATT, F. R. G. S. In-8° cavalier, avec 1 carte, 14 phototypies, 4 gravures et IV planches d'histoire naturelle. — London. Longmans, Green and C°, 1892.

Veut-on savoir comment les Anglais entendent l'étude de l'histoire naturelle? Un grand amateur d'entomologie, M. J.-H. Leech, envoie à ses frais un collectionneur, M. A.-E. Pratt, passer près de trois années en Chine. Il lui fournit un collaborateur européen, M. Kricheldorf, et un crédit presque illimité lui permettant de partir avec femme et enfants, et de se payer de nombreux aides chinois. L'explorateur se fait construire un bateau spécial pour remonter le Yang-tze-kiang et atteindre le Yunnan; de là, il va parcourir la frontière du Tibet, pendant que son collaborateur se rend au Kouei-tchéou. M. Pratt ne dilapide pas ses fonds : habillé à la chinoise, vivant comme les gens du pays, il campe sous la tente tibétaine ou se construit une hutte en troncs d'arbres au milieu des neiges par 15 000 pieds d'altitude, sur les montagnes de la frontière aux environs de Ta-tsien-lou. Il forme de nombreux assistants chinois ou tibétains pris parmi les catholiques de la mission, car les païens ne veulent rien faire et les lamas lui ont déclaré la guerre. Il les envoie en station là où il juge que la récolte entomologique sera fruc-

tueuse : à Pu-tze-fong, à Mo-si-mien, à Moupin, déjà connu par les belles découvertes qu'y fit l'abbé A. David. A Ta-tsien-lou, il vit dans les meilleurs rapports avec Mgr F. Biet et ses missionnaires, dont l'un n'a pas vu d'Européen depuis trente ans. M. Pratt, anglais et protestant, mais homme de bon sens et de bonne foi, fait le plus grand éloge de nos missionnaires français catholiques. Il les admire évidemment beaucoup plus que les ministres protestants, dont il se contente de citer les noms en reconnaissance du bon accueil qu'il a reçu d'eux. On sent qu'il est de l'avis de Li-Hung-Chang : que l'Angleterre a fait cadeau à la Chine de deux pestes, son opium et ses missionnaires. Par contre, il n'a pas assez d'éloges pour les Pères des Missions étrangères, qu'il nomme dans sa préface. Après avoir dit qu'il ne sait comment les remercier pour leur extrême amabilité et les services qu'ils lui ont rendus, il fait ainsi le portrait de Mgr Biet : " C'est un homme d'une haute culture intellectuelle et du meilleur goût. Il habite depuis vingt-cinq ans ce pays, où il finira sans doute ses jours, car le pape rappelle rarement les évêques missionnaires. Les derniers étrangers qu'il a vus avant moi furent Baber et Rockhill. Son frère, missionnaire comme lui, a été massacré en Corée, et ici lui et ses missionnaires ne sont guère en sûreté; ils doivent être fort prudents, car les lamas ne les aiment guère. Mes collecteurs, élevés dès l'enfance par l'évêque et les pères, étaient catholiques et bien plus civilisés que les Tibétains bouddhistes et les Chinois de diverses croyances, qui tous refusèrent de travailler pour moi. Tous les missionnaires catholiques mènent ici une vie fort dure.....; leurs compatriotes d'Europe se font une bien petite idée des sacrifices qu'ils sont obligés de faire pour leur religion. S'ils ont des maisons un peu plus propres que celles des gens du pays, elles ne sont guère meilleures; quant à leur manière de vivre, elle est exactement celle des indigènes en ce qui concerne la nourriture et le vêtement. Bien que voyant fort rarement des gens civilisés, ils ont beaucoup fait cependant pour civiliser les races presque sauvages au milieu desquelles ils résident. Leur nourriture est grossière, souvent insuffisante, et leur vie fréquemment en danger. Le dévouement des missionnaires français en général à la cause de la religion mérite d'être connu. Aucun travail n'est trop dur pour eux, la plus grande pauvreté ne les arrête pas. Ils ne sont effrayés ni par les épidémies, ni par la crainte d'être massacrés. Ils ont donné leur vie à la propagation de leur religion; ils ont beaucoup fait, il leur reste encore une grande tâche à accomplir. Dans tous mes voyages, j'ai été frappé de ce fait : c'est que,

mieux que tous les autres, ils sont parfaitement déterminés à faire tout ce qui doit être fait. „

Nous n'avons pu résister au plaisir de citer entièrement cet aveu d'un anglais protestant, dont le témoignage est d'autant plus important qu'il est plus désintéressé. Il concorde d'ailleurs avec ce que le prince Henri d'Orléans et M. G. Bonvallot ont dit de ces mêmes missionnaires chez lesquels ils ont rencontré M. Pratt. Ce dernier fut même chargé par le prince de faire parvenir à Shanghaï les nombreuses caisses de collections qu'il rapportait du Tibet et envoyait au Muséum de Paris. Elles furent remises au Père Martinet, qui de Shanghaï les expédia à Marseille, le consul de France n'ayant osé s'en charger.

M. Pratt a ramassé plusieurs centaines de mille de spécimens entomologiques, et principalement de fort beaux papillons, dont l'un *(Papilio Elwesii)* est figuré comme nouveau; tous ne sont pas encore déterminés, mais on trouve déjà dans ce livre une longue liste d'espèces nouvelles ou inconnues jusqu'alors dans ces pays. Il rapporta aussi un certain nombre de poissons conservés dans l'alcool et dont plusieurs sont nouveaux: l'appendice en donne la diagnose avec des figures. Les collections de Londres se sont encore enrichies de plusieurs oiseaux vivants des plus rares d'un grand prix, tels que le *Crossoptilon auritum,* le *Lophophorus splendens,* etc. Deux fort beaux chiens du Tibet, race inconnue en Europe, qui lui avaient été donnés par l'explorateur américain Rockhill, moururent malheureusement en route.

Ce livre, écrit sans emphase, a un cachet charmant de vérité et d'exactitude; de fort belles phototypies, au nombre de quatorze, suppléent à la simplicité du texte. La seule critique qu'on nous permettra de faire est celle-ci. L'auteur parle de la *Sphœria sinensis* comme d'une plante ayant une racine en forme de chenille et une seule feuille. Il est étonnant qu'un naturaliste aussi habile qu'observateur soigneux ne se soit pas aperçu que cette curiosité de la pharmacopée chinoise est un champignon de forme clavaire croissant sur une véritable chenille : le tout est soigneusement séché par les collecteurs de médecines chinoises, et c'est sans doute parce que M. Pratt ne l'a jamais vu que dans cet état qu'il s'est ainsi mépris. Un pharmacien des environs de Paris, M. Patouillard, a fait un travail sur cette curiosité, que l'on trouve aussi en Nouvelle-Zélande. Les Chinois eux-mêmes ne s'y méprennent pas, puisqu'ils appellent le tout *Tchoung-tsao* (ver-plante), abréviation de la formule *Toung-tchoung-hsia-tsao*, c'est-à-dire : " Ver en hiver, plante en été „.

A.-A. Fauvel.

III

Sound and Music, by the Rev. J.-A. Zahm, C. S. C., Professor of Physics in the University of Notre-Dame. — Chicago, A. C. Mc Clurg and Company; 1892. — In-8°, 452 pages, 194 figures dans le texte.

Ce splendide ouvrage, imprimé avec le plus grand soin et illustré avec luxe, reproduit, en les développant, une série de leçons données par l'auteur, en 1891, à l'université catholique d'Amérique, à Washington. C'est moins un traité d'acoustique proprement dit qu'un livre de lecture très attrayant, très instructif, rappelant, par la forme de causerie qu'on lui a conservée, les conférences de Tyndall sur le même sujet, mais les dépassant par une mise en scène plus riche et vraiment grandiose de toute la partie expérimentale de la science du son.

Le but que s'est proposé le R. P. Zahm est " de donner aux musiciens et aux lecteurs ordinaires une connaissance exacte, fondée sur l'expérience, des principes de l'acoustique, et de présenter en même temps une courte exposition des bases physiques de l'harmonie musicale. „ Les sources auxquelles il a puisé sont nombreuses; mais il s'est inspiré surtout des recherches expérimentales de M. Kœnig et des travaux théoriques de M. Helmholtz : il ne pouvait mieux choisir.

Le P. Zahm s'est plu à développer et à soigner la partie expérimentale de son programme. Une collection magnifique et très complète des appareils d'acoustique construits par M. Kœnig l'a mis à même d'accumuler les expériences. A ce point de vue, son livre peut rendre grand service aux professeurs. Ils y trouveront des descriptions très claires de tous ces instruments, accompagnées de reproductions, par la gravure, qui ne laissent rien à désirer ; ils y trouveront aussi des détails nombreux et pratiques sur leur maniement et les conditions les plus avantageuses de leur emploi, et un exposé toujours correct et généralement complet des résultats expérimentaux. Il y a peut-être profusion de descriptions d'appareils; et le désir très naturel d'utiliser toutes les ressources de sa riche collection a parfois amené l'auteur à multiplier les expériences avec plus de plaisir sans doute pour ses auditeurs que d'utilité; mais c'est là un excès de qualité que les lecteurs de son livre lui pardonneront volontiers. La partie expérimentale de l'ouvrage du P. Zahm est donc

digne de tous les éloges : il serait difficile d'être à la fois plus méthodique, plus complet et plus lucide.

On comprend dès lors que certaines imperfections de détail, dans la partie théorique, et qui passeraient inaperçues dans un ouvrage médiocre, ressortent ici par contraste et froissent le lecteur disposé à admirer l'œuvre jusqu'au bout. Évidemment le P. Zahm connaît trop bien la science dont il parle pour qu'une erreur de quelque importance ait pu se glisser dans son exposition ; mais on y rencontre des expressions incorrectes, des termes consacrés par l'usage et détournés, au détriment de la clarté, de leur sens traditionnel ; des explications trop superficielles pour satisfaire l'esprit ; et des aperçus presque vagues, déclamatoires, qui disent peu de chose et n'apprennent rien. Ce dernier reproche pourrait s'adresser surtout à la partie musicale de l'ouvrage.

Ce sont là, nous le reconnaissons, des taches minuscules, des ombres passagères, moins imputables certainement à l'inadvertance du savant auteur qu'au souci de l'écrivain de rester constamment à la portée des moins initiés de ses lecteurs, et au désir du conférencier de n'imposer à ses auditeurs qu'une attention facile. On ne prendrait pas la peine de les relever dans un travail vulgaire ; mais elles déparent ce livre de valeur et supérieur, malgré ces imperfections, à la plupart de ceux auxquels on pourrait le comparer.

J. T.

IV

Annuaire de l'Observatoire royal de Belgique, par F. Folie, directeur de l'Observatoire, 1893, 60e année. — Bruxelles, F. Hayez, 1893.

Cette utile publication est bien connue de nos lecteurs ; il est superflu de chercher à la leur faire apprécier : il nous suffira de dire que le volume actuel est digne des précédents.

On y trouve des éphémérides et des données astronomiques pour 1893, préparées sur un plan analogue à celui que l'on a adopté depuis plusieurs années ; un aperçu sur le globe terrestre ; de nombreux renseignements géographiques et statistiques relatifs à la Belgique ; des tableaux concernant les poids et les mesures, et les constantes physiques ; des détails sur le système absolu des mesures physiques, la définition des unités

électriques, l'expression de leur mesure dans le système absolu, etc. Enfin, des notices scientifiques sur des sujets variés.

La première traite de la nutation initiale et de la fluidité intérieure du globe terrestre ; la seconde se rapporte à la question tout actuelle des variations de latitude ; elles sont dues toutes deux à M. Folie, directeur de l'Observatoire. Dans la troisième, M. Lancaster, météorologiste-inspecteur à l'Observatoire, réunit et met en œuvre les observations du réseau météorologique belge, en 1892, et continue la série de ses belles et utiles recherches sur le climat de la Belgique.

Les astéroïdes découverts en 1892, et les comètes découvertes ou observées pendant la même année font l'objet des deux notices suivantes.

La dernière reproduit les instructions données, à la fin du mois d'avril 1892, aux observateurs à l'occasion de l'adoption officielle de l'heure de Greenwich.

A. B.

V

La Bière, par L. Lindet, docteur ès-sciences, professeur de Technologie agricole à l'Institut national agronomique. *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.)* — Petit in-8° de 206 pp. — Paris, Gauthier-Villars et fils, G. Masson, 1892.

« La bière est un liquide alcoolique, agréable et légèrement nutritif, que l'on obtient en faisant fermenter un moût sucré et parfumé, à la production duquel concourent toujours et ont concouru de tout temps deux matières premières : l'orge et le houblon. »

Cette définition laisse entrevoir que la bière a une histoire. Noé, dit-on, découvrit le vin. Si la bière n'a pas l'honneur de remonter jusqu'au déluge, il n'est pas moins vrai qu'on la retrouve dans une antiquité déjà très reculée, chez un grand nombre de peuples, et en particulier chez ceux auprès desquels elle a acquis actuellement un développement si remarquable. Ajoutons que beaucoup de peuplades même sauvages connaissent la propriété que possèdent les céréales de se transformer en une liqueur sucrée et alcoolique.

Le but du livre que nous annonçons n'est pas de retracer l'histoire du breuvage préféré des anciens Germains et des Francs du Nord. Ce petit volume de deux cents pages à peine est simplement un traité théorique et pratique aussi complet et aussi succinct qu'on peut le désirer de l'art de la brasserie. Comment le brasseur fabrique le *vin d'orge,* voilà ce qu'il nous apprend, et il le fait à l'aide des données rigoureuses de la science. Rien de mieux établi que cette transformation intime du petit grain d'orge, par laquelle il devient sucre d'abord, alcool ensuite. Toutefois, devant la grande difficulté de traiter avec des développements suffisants, dans un espace aussi restreint, une question complexe comme celle-là, le chimiste, on le comprend, a visé à autre chose qu'à l'abondance et au charme du discours. Il s'est contenté de laisser la clarté et la précision se dégager pour ainsi dire de l'équation chimique, qu'il trace du reste de main de maître.

Parmi les chapitres les plus intéressants, signalons en particulier ceux de la saccharification et de la fermentation alcoolique. L'auteur y résume le fruit de ses propres études et des recherches faites depuis les admirables travaux de M. Pasteur. Des notions très complètes sur les qualités de l'orge qui fournira le malt, et sur le houblon qui devra parfumer et conserver la bière, la théorie de la transformation de l'amidon en sucre et de celui-ci en alcool, forment la première partie de l'ouvrage. Elle est basée tout entière sur les données de la chimie, et se trouve très utilement complétée par des tableaux de statistique et de comparaison.

La seconde partie est essentiellement pratique ; nous y voyons mettre en œuvre les principes de la théorie ; et quoique aussi restreinte que la précédente, elle renseigne sur tous les détails de la fabrication de la bière, sans en excepter les dernières opérations que cette boisson doit subir avant d'être livrée au consommateur.

Bref, le caractère distinctif de ce livre, c'est qu'il traite d'une façon à peu près complète, dans l'espace étroit de quelques pages, un sujet qui nécessitait, semble-t-il, plusieurs volumes. On peut dire que ce petit ouvrage est à la fois une encyclopédie et une table des matières. A ces deux titres, il rendra de grands services à ceux qu'intéresse la fabrication de la bière.

V. B.

VI

Notions de Chimie agricole, par Schlœsing, fils (Th.), ingénieur des manufactures de l'État. *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.)*— Petit in-8° de 208 pp.— Paris, Gauthier-Villars et fils, G. Masson, 1892.

La plante s'accroît aux dépens des éléments qu'elle trouve dans l'air et dans le sol. Mais en augmentant ainsi sa propre substance, le végétal vivant élabore sans cesse les matériaux qui lui sont fournis par ces deux milieux.

Or ces admirables transformations de la matière minérale et organique, cette décomposition et cette synthèse des substances mises en œuvre rentrent pleinement dans le domaine de la chimie. A ce point de vue, cette science est pour l'agriculture d'une indispensable nécessité.

Parmi les questions où la chimie trouve une place très marquante en agriculture, figurent la nutrition végétale, le rôle de l'atmosphère et celui du sol dans l'apport des aliments offerts à la plante. C'est à l'examen de ces questions que M. Schlœsing consacre ses " Notions de Chimie agricole „. Son livre est très intéressant. Il explique à quiconque possède quelques principes de chimie les phénomènes fondamentaux se rapportant à l'alimentation végétale; il offre de plus, chemin faisant, nombre d'aperçus nouveaux, de discussions même assez détaillées sur plusieurs faits importants, dont l'explication était encore en litige, ou n'avait pas été donnée.

La première partie de l'ouvrage fait ressortir l'origine, le mode d'assimilation et le rôle des matières constituant l'alimentation des végétaux. On y étudie en particulier la source des deux principes les plus intéressants de cette nutrition, le carbone et l'azote : comment l'anhydride carbonique fournit l'un; comment l'autre se trouve prélevé par la plante soit sur l'air atmosphérique, soit sur le sol.

La seconde et la troisième partie examinent plus spécialement les deux milieux eux-mêmes où croissent les plantes : l'air avec tous ses gaz, à doses différentes, qui concourent si providentiellement à nourrir les tissus végétaux pour ainsi dire par tous leurs pores; le sol agricole, si varié suivant les conditions de sa formation (destruction progressive des roches, alluvions, matières organiques), la constitution intime des terrains propres à la culture, et enfin leurs propriétés physiques.

V. B.

VII

Formation des gîtes métallifères, par L. de Launay, ingénieur au Corps des Mines, professeur à l'École nationale des Mines. *(Encyclopédie scientifique des Aide-mémoire.)* — Petit in-8° de 201 pages. — Paris, Gauthier-Villars, G. Masson, 1893.

La question de l'origine des minéraux métallifères a une importance incontestable dans l'histoire géologique du globe. Élie de Beaumont, Sainte-Claire Deville et d'Orbigny l'avaient abordée jadis. Nombre de savants, MM. Daubrée, Fouqué et Michel Lévy, Martel et de Launay, von Groddeck, Grimm, Becker et bien d'autres, l'ont reprise avec succès. Seulement, parmi leurs publications, les unes ne contiennent que des observations isolées, des monographies, des essais; les autres, déjà un peu anciennes, n'ont pu mettre en œuvre les découvertes les plus récentes et ne sont plus à la hauteur de la science. Dans la troisième édition de son excellent *Traité de Géologie,* M. de Lapparent consacre à la genèse des minerais industriels plusieurs chapitres intéressants (1); mais il n'a pas visé à être complet : le but de son livre ne l'exigeait point. La direction de l'*Encyclopédie scientifique* ne pouvait donc être mieux inspirée qu'en chargeant M. de Launay de coordonner les résultats acquis et de les vulgariser pour le public instruit.

Par un remarquable effort de synthèse, le savant professeur de l'École des Mines a condensé dans les quelques pages d'un *Aide-mémoire* l'exposé méthodique des théories modernes sur la formation des associations minérales naturelles exploitées pour l'extraction des métaux. Son livre intéressera les chimistes non moins que les ingénieurs et les géologues. Nous aimons à n'y voir que le projet d'un ouvrage plus volumineux où la question sera traitée avec toute l'ampleur et le détail qu'elle comporte aujourd'hui; nous voudrions en particulier voir faire une part plus large à la description des gisements divers connus dans les deux continents, et à la discussion des hypothèses que leur étude a fait naître.

L'auteur commence par diviser les gîtes métallifères en trois catégories principales : 1° les gîtes *en inclusions dans des roches éruptives;* 2° les gîtes *filoniens,* et 3° les gîtes *sédimentaires.* Cette

(1) Voyez pp. 309, 323, 397, 471.

classification semblera neuve peut-être. Elle correspond à l'ensemble des idées exposées par M. de Launay sur la formation des gîtes métallifères et a pour but de les ranger logiquement dans l'ordre même où ils semblent s'être constitués, en partant de ceux qui rappellent le mieux l'état primitif probable des métaux pour aboutir à ceux qui ont subi les métamorphoses les plus complexes.

Les minerais exploités paraissent, en effet, provenir presque tous, d'une manière plus ou moins immédiate, du *noyau* lourd, chaud et probablement liquide caché dans les profondeurs de l'écorce terrestre ; mais la plupart ne seraient arrivés à leur état actuel qu'après bien des vicissitudes. L'ascension des roches ignées dans les plissements de la croûte solide du globe, la reprise de certains éléments constitutifs par les eaux souterraines, le remaniement des massifs par les eaux de la surface auraient amené la localisation des métaux en *inclusions*, en *filons* et en *sédiments*. Comme M. de Launay l'établit, cette hypothèse de plusieurs transformations successives dues, les unes à des actions ignées internes, les autres à des actions hydrothermales superficielles, et à la suite desquelles les métaux, d'abord mélangés, ont été répartis dans les gîtes de diverses natures, est admirablement appuyée par les observations des géologues, des pétrographes et des chimistes; elle trouve une confirmation éclatante dans les phénomènes actuels de dynamique interne et externe. Fumerolles, solfatares, mofettes, geysers, sources chaudes minérales...; évaporation de bassins salés et de lagunes, dépôt de fer dans les marais, concentration de substances lourdes ou dures dans les alluvions, formation de grottes avec dépôt de stalactites..., tout cela montre que la chimie et la métallurgie du globe sont constamment faites et recommencées par les eaux, et que, dès les époques géologiques, celles-ci ont dû jouer dans la nature un rôle prépondérant et essentiel.

L'homme n'a pas été témoin des grandes révolutions du monde préhistorique. A défaut d'arguments suffisants et décisifs tirés de l'observation directe, les considérations précédentes suggérées par des faits actuels constituent la meilleure introduction à l'étude proprement dite des trois catégories de gisements qui font l'objet de la seconde partie de ce livre.

On entend par *inclusions* des grains, des mouches, des lentilles noyés dans les roches éruptives et formés par cristallisation en même temps qu'elles, ou par concentration à la suite de réactions secondaires postérieures. Ces inclusions renferment

surtout le platine, l'or, le fer à l'état natif, l'étain, le chrome, le nickel, le cuivre et le fer en combinaison. Au voisinage des filons métallifères, on trouve aussi dans les roches des minerais de plomb, de zinc, d'argent, de mercure, mais seulement à l'état de traces. Ces métaux, formant des composés plus solubles que les précédents, ont en général subi un départ beaucoup plus avancé, le plus souvent à l'état de sulfures. Ils se sont concentrés à des distances variables pour former dans des fractures filoniennes des amas d'une grande richesse.

Il est rare que les gisements en inclusions soient assez développés pour une exploitation lucrative; la plupart des métaux industriels proviennent des gisements filoniens. Si l'auteur a parlé des premiers, c'est surtout à cause de leur importance théorique : nous l'avons dit plus haut, il faut y voir la forme type et initiale dont dérivent tous les autres.

Les *filons* sont des amas de minerais occupant des cassures ou des vides, au milieu de roches massives ou de terrains sédimentaires d'âge nettement antérieur et dont ils sont jusqu'à un certain point indépendants. M. de Launay examine d'abord l'origine de la cavité remplie, sa disposition, ses formes, l'éboulement accidentel des parois de la fracture, ses déviations et son âge.

Puis il aborde la question principale du mode de remplissage. Quels sont les corps que l'on trouve dans les filons et quelle est leur origine? Le remplissage s'est-il fait par le haut ou par le bas? Quel est le véhicule, l'eau ou le feu, qui les a amenés? Quels minéralisateurs sont intervenus et à quel état les métaux étaient-ils en dissolution? Quel est l'âge du remplissage et quel ordre chronologique peut-on admettre dans la venue des métaux? Quelle est la répartition des minerais dans le filon? Quelle a été la succession des divers remplissages dans certains champs de fractures et l'influence des croiseurs? Quelles sont les variations en direction ou en profondeur ? Quelle est l'influence chimique ou électrique de la roche encaissante? Quelles affinités chimiques produisent certaines associations minérales naturelles? Comment les minerais ont-ils pu remplir une grotte primitivement creusée dans un calcaire ou imprégner une couche gréseuse perméable? S'est-il produit des modifications chimiques postérieures à la formation du gîte et des remises en mouvement des métaux déposés? Voilà autant de questions que l'auteur se pose et auxquelles il répond d'une manière malheureusement trop succincte. Tout en admettant le

rôle minéralisateur des eaux superficielles à la faveur de leur température, de leur pression et de certains dissolvants énergiques, comme l'anhydride carbonique et les carbonates alcalins, M. de Launay se déclare partisan de l'origine profonde des métaux. Les dimensions énormes de certains gîtes métallifères accusent, d'après lui, la connexion intime et *immédiate* de leur formation avec l'ascension des roches éruptives, contrairement aux théories à la mode en Allemagne, qui les feraient *simplement* provenir de ces roches par un lessivage récent.

Apparemment la majeure partie des données sur les *gîtes sédimentaires* n'a pu entrer dans le cadre *si inflexible* des Aide-mémoire, car le dernier chapitre ne compte que quatre pages! Nous en convenons, certains gîtes de *préparation mécanique* (or, platine, etc.) ont été étudiés à l'occasion des alluvionnements actuels, et plusieurs des substances qui constituent les gîtes de *préparation chimique :* sel gemme, carbonate, sulfate, azotate et phosphate de calcium, etc., ne sont pas des minerais. Pourtant, le fer et le cuivre forment des composés de sédimentation d'une valeur métallurgique réelle, et, pour être plus rares, les gisements interstratifiés de zinc et de plomb n'en sont peut-être que plus intéressants au point de vue de la chimie du globe. M. de Launay n'en dit que quelques mots. Le lecteur regrettera cette sobriété excessive. Comme nous, il eût été heureux, à coup sûr, de rencontrer un essai raisonné, en particulier sur les couches ferrugineuses si diverses de tant d'étages géologiques, sur les oxydes cuivriques des grès de Perm en Russie, sur le cuivre natif de Corocoro, en Bolivie..., et aussi sur la bauxite, le corindon et la cryolithe, sources de l'aluminium, qui, grâce aux nouveaux procédés d'extraction électrolytique, doivent désormais être considérés comme vraiment métallifères.

F. D.

VIII

Les Moyens de défense dans la série animale, par L. Cuénot, chargé de cours à la Faculté des sciences de Nancy. *(Encyclopédie scientifique des Aide-mémoire.)* — 1 vol. petit in-8° de 183 pp. — Paris, Gauthier-Villars et Masson, 1892.

Les procédés employés par les animaux pour leur défense peuvent se classer en trois catégories : " 1° l'animal cherche à éviter l'attaque et à passer inaperçu, soit en menant une vie

cachée ou souterraine, soit en se confondant avec le milieu qui l'entoure *(homochromie)*, ou encore en mimant d'autres animaux bien défendus *(mimétisme)* de façon à profiter de la confusion et a être laissé de côté; 2° l'animal ne craint pas d'être vu, mais se munit alors de défenses capables d'arrêter les assaillants : moyens mécaniques *(cuirasse, piquants,* etc.), chimiques (odeurs, poisons, produits caustiques), électriques, etc.; 3° des espèces mal défendues s'associent avec d'autres animaux mieux pourvus *(symbiose et commensalisme).* „ (P. 7.)

Homochromie. — Ce moyen de défense est extrêmement fréquent dans le règne animal.

Il y a homochromie simple quand l'animal se borne à posséder plus ou moins exactement la même teinte que son milieu habituel.

Parfois des animaux présentent sur leur livrée des accidents de coloration et de surface analogues à ceux de leur substratum ordinaire; ils simulent alors des objets végétaux ou minéraux, des brindilles de bois, des lichens, des feuilles, des pierres, des excréments. C'est l'*homochromie mimétique* ou *ressemblance protectrice.*

Nous avons récemment (1) entretenu assez longuement nos lecteurs de l'homochromie simple et de la ressemblance protectrice; aussi pourrons-nous être bref aujourd'hui en ce qui concerne ces deux phénomènes.

La coloration protectrice se retrouve jusque dans les œufs, du moins chez les Oiseaux : c'est ainsi que ceux qui nichent sur les arbres ont des œufs verdâtres ou bleuâtres; ceux qui les déposent sur le sable les ont tachetés ou tigrés; les œufs du Coucou copient très fréquemment la couleur de ceux de l'Oiseau dans le nid duquel ils sont pondus. Les œufs blancs ou d'une teinte uniforme très claire appartiennent presque toujours à des espèces qui ont des nids bien couverts ou qui les font dans des trous (Martins-pêcheurs, Pingouin, Roitelet. Pies, Hiboux). Les œufs sont encore blancs chez les Perdrix et chez d'autres espèces qui, comme elles, les couvent sans interruption, chez les Canards et les Faisans qui les recouvrent de feuilles sèches chaque fois qu'ils les quittent, et chez les Cygnes, le Héron, le Pélican, les Autruches, qui sont de force à repousser les ennemis de leurs œufs.

L'homochromie est à son état le plus parfait chez les animaux qui modifient d'eux-mêmes et très rapidement leur couleur

(1) *Revue des questions scientifiques,* juillet 1892.

quand ils changent de milieu. C'est l'*homochromie mobile ou volontaire*, connue depuis longtemps chez le Caméléon, les Poissons plats (Turbot, Sole), certains Mollusques (Poulpe), plusieurs Crustacés.

Ces changements de couleur sont dus au jeu de cellules spéciales, appelées *chromoblastes* ou *chromatophores* suivant les animaux; elles sont ramifiées et très contractiles, et situées dans les couches superficielles de l'animal; les unes ne renferment que du pigment jaune, d'autres seulement du pigment rouge, d'autres encore seulement du pigment violet, etc. On comprend que, si tous les chromoblastes jaunes s'épanouissent au point de se rejoindre et de masquer les autres, l'animal prendra une coloration claire; il deviendra foncé au contraire si ce sont les chromoblastes noirs ou violets qui s'étalent.

L'observation des animaux vivants montre que les changements de teinte sont soumis à l'influence de la lumière perçue par les yeux; quand un Turbot est aveuglé, il prend une teinte intermédiaire entre le clair et le foncé, et il n'en change plus.

Couleur prémonitrice. — Le plus souvent les animaux défendus efficacement par des procédés mécaniques ou chimiques, loin d'être homochromes avec leur milieu, se signalent, en quelque sorte, à l'attention de leurs ennemis par des couleurs brillantes; elles ont pour but d'éviter à leurs possesseurs le premier coup de dent ou de griffe; on leur a donné le nom, très heureusement choisi, de *couleurs prémonitrices*.

Les Actinies ou Anémones de mer ont un coloris très vif; défendues par leurs nématocystes, elles sont soigneusement évitées par tous les animaux marins, et ceux qui, par hasard, leur donnent un coup de dent s'en écartent aussitôt.

Si le Limaçon est constamment délaissé par les Oiseaux mangeurs de Limaces, par les Batraciens et les Reptiles, c'est grâce à sa coloration rouge qui est prémonitrice.

Des Sauterelles tropicales, richement habillées de rouge, de bleu et de noir, sont rejetées invariablement par les Oiseaux et les Lézards.

On connaît des Papillons aux couleurs voyantes qui ont le vol très lent et qui, de plus, n'essaient pas de se cacher; cependant aucun insectivore ne les attaque. Le secret de cette immunité, en apparence extraordinaire, c'est que la chair de ces espèces est d'un goût très désagréable.

La Salamandre, si bien défendue par son venin, est très visible.

Le mimétisme proprement dit. — Il consiste en ce que des espèces *comestibles mal défendues* possèdent, d'une façon surprenante, l'aspect d'autres animaux bien défendus; l'imitation est parfois tellement parfaite que les naturalistes s'y méprennent autant que les animaux eux-mêmes; Trimen affirme que le mâle de *Danais chrysippus* commet parfois l'erreur de faire des avances à la femelle de *Diadema bolina* qui simule cette espèce.

Voici quelques cas de mimétisme, choisis parmi les plus caractéristiques.

Une Araignée de Madagascar mime un petit Scorpion et, comme lui, relève l'abdomen quand on l'inquiète.

Eristalis tenax, simple Diptère inoffensif, possède la taille, la couleur et jusqu'au bourdonnement de l'Abeille.

Comme les autres Lépidoptères, les Sésies sont désarmées, mais une espèce simule une Guêpe, une autre le Bourdon, une autre encore le Frelon, etc.

Les Héliconides, papillons de l'Amérique méridionale, ont une chair qui exhale une odeur forte et persistante, ce qui leur vaut un excellent moyen de défense: or ils sont copiés par des Piérides; Bates compte jusque 15 espèces de Piérides dont chacune copie de très près une Héliconide habitant la même localité.

Quelques Serpents inoffensifs ressemblent complètement à des espèces venimeuses; en Europe une Couleuvre, *Tropidonotus viperinus,* est très difficile à distinguer extérieurement de *Vipera aspis.*

Les *Mimeta,* sortes de Loriots faibles et timides, miment d'une façon étonnante des Passereaux à bec long et à fortes serres appartenant au genre *Tropidorhynchus;* dans chaque île de la région australo-malaise, il y a une espèce de *Tropidorhynchus* et à côté un Loriot simulateur.

Notre Coucou, mal défendu, mime l'Épervier.

D'après Wallace, le mimétisme défensif obéit constamment aux lois suivantes : l'espèce mimante se présente seulement dans les mêmes régions et dans les mêmes stations que l'espèce mimée dont elle possède les habitudes; elle compte toujours beaucoup moins d'individus que l'espèce qui lui sert de modèle; presque toujours les espèces mimées ont une coloration prémonitrice.

Inégalité des deux sexes au point de vue de la defense. — Dans beaucoup de groupes, il y a des différences de couleur, parfois même très frappantes, entre le mâle et la femelle; souvent

elles ne servent que de moyens de reconnaissance, mais parfois aussi elles sont en relation avec la défense.

La conservation des individus femelles est évidemment plus importante pour l'espèce que celle des mâles, du moment que la fécondation a été opérée; aussi les premiers sont-ils généralement mieux protégés que les mâles.

Chez les *Kallima*, par exemple, c'est la femelle qui présente une homochromie mimétique si extraordinaire avec les feuilles sèches; le mâle d'un autre Lépidoptère, *Adolias dirtea* de Sumatra, est richement coloré et par conséquent très exposé, tandis que la femelle, quand elle est posée à terre dans les forêts, se confond totalement avec les feuilles mortes.

Quand l'espèce n'est guère exposée, par exemple quand elle n'est pas comestible, les femelles sont souvent aussi brillamment colorées que les mâles.

Seules les femelles, chez les Hyménoptères porte-aiguillon, sont armées du dard. Tandis que les Oiseaux mâles ont généralement un coloris très vif, les femelles sont parfois très ternes; aussi, pendant qu'elles couvent, époque pendant laquelle elles sont particulièrement exposées, passent-elles facilement inaperçues. Mais si la période d'incubation se passe dans des trous ou dans des nids couverts ou soigneusement cachés, les deux sexes sont colorés à peu près aussi vivement l'un que l'autre; tel est le cas, entre autres, des Perroquets, des Étourneaux, des Martins-pêcheurs, des Mésanges. Chez les quelques espèces où ce sont les mâles qui couvent, c'est à eux qu'appartiennent les couleurs ternes; là les femelles, beaucoup plus éclatantes, sont plus fortes et plus agressives que les mâles (*Eudromias morinellus*, Phalaropes, etc.).

Moyens mécaniques. — La cuirasse est très fréquente. Celle des Arthropodes, des Échinodermes, des Tortues, des Tatous, des Pangolins provient de la peau qui se durcit considérablement; chez les Mollusques et les Annélides tubicoles, une sécrétion vient se solidifier en se moulant sur les contours de l'animal: elle forme une retraite dans laquelle l'animal peut se retirer à la moindre attaque. Le Bernard-l'hermite se loge dans une coquille abandonnée; les larves des Phryganes, dont l'abdomen est entièrement mou, se fabriquent un étui avec toutes sortes de menus matériaux.

Les Oursins, les Aphrodites, l'Échidné, le Hérisson, le Porc-épic et beaucoup d'autres ont des piquants aigus ou des soies acérées.

Beaucoup d'espèces, surtout parmi celles qui sont munies de grands appendices faciles à saisir, recourent à l'*autotomie,* procédé héroïque dont nous avons déjà plusieurs fois entretenu nos lecteurs (1). On l'observe chez maints Annélides; *Harpa ventricosa,* Mollusque gastéropode dont la coquille n'a pas d'opercule, s'amputerait la partie postérieure du pied saisie par un ennemi, en la pressant contre le bord tranchant de sa coquille; un grand nombre de Crabes, quelques Crustacés macroures tels que les Écrevisses, les Langoustes et les Pagures, plusieurs Aranéides, les Faucheurs, les Sauterelles, bon nombre de Papillons, les Tipules, quelques Mouches pratiquent couramment l'autotomie de leurs pattes; les Ophiures, les Crinoïdes et les Astéries autotomisent très facilement leurs bras; les Lézards, et notamment l'Orvet ou serpent de verre, rompent facilement leur queue.

L'autotomie constitue un acte réflexe involontaire.

Décharges électriques. — Il y a des organes électriques chez plusieurs Poissons : Torpilles, Gymnote, Malaptérure du Nil et du Sénégal; plusieurs sortes de Raies en ont aussi, mais ils ne donnent pas de décharges perceptibles.

Peut-être en existe-t-il aussi chez quelques Insectes : *Arilus serratus* (Hémiptère américain), un Élatéride et une chenille de l'Amérique du Sud; quoi qu'il en soit, la piqûre de l'*Arilus* est si douloureuse qu'on la compare à la décharge d'une bouteille de Leyde.

Les décharges des organes électriques peuvent produire des étincelles, décomposer l'iodure de potassium et d'autres substances, aimanter un barreau de fer doux et provoquer des phénomènes d'induction dans une bobine.

Phosphorescence. — On peut supposer que, parfois du moins, elle sert à la défense; en effet, on a remarqué que chez certaines espèces d'Annélides et de Myriapodes elle ne se produit que si l'on irrite l'animal; on comprend aisément que l'apparition subite d'une vive lueur peut effrayer un assaillant.

Procédés chimiques. — De très nombreux animaux disposent d'un mucus visqueux et tenace : sont-ils menacés par un ennemi, la sécrétion est surexcitée et des flots de mucus viennent le dégoûter et le paralyser. Ainsi se défendent beaucoup de Mollusques, certaines Actinies, les Hirudinées, et d'autres vers, les *Peripatus*, etc., etc.

(1) *Revue des questions scientifiques,* 1887, p. 657.

On sait que les Poulpes et d'autres mollusques Céphalopodes projettent vers leur agresseur une humeur d'un noir intense qui trouble l'eau pendant longtemps, ce qui leur permet de s'échapper sans crainte d'être poursuivis.

Beaucoup d'animaux rejettent des produits à odeur très désagréable : le mucus des *Purpura* et des *Murex* exhale une odeur d'assa foetida ; un Gastéropode a une odeur d'ail, un autre sent le laudanum ; les Staphylins, la larve d'*Hydrophilus piceus*, les Carabiques et beaucoup d'autres rejettent des liquides d'une odeur fétide. La plupart des Blattes, les Punaises dégagent une odeur désagréable ; *Forficula* peut projeter à 5 et même à 10 centimètres un liquide à odeur d'acide phénique et de créosote. Plusieurs animaux ont une odeur excrémentitielle très persistante ; un *Balanoglossus* sent fortement l'iodoforme ; la plupart des Ascidies possèdent à l'état frais une odeur nauséabonde que Giard compare à celle du sulfure d'allyle.

Parmi les Mammifères, les Carnassiers mustélidés présentent un bon exemple de défense à l'aide de procédés chimiques : " au voisinage de l'anus se trouvent des glandes dont le produit de sécrétion, d'une odeur repoussante, peut être projeté sur les assaillants. Le Blaireau puant *(Mydaus meliceps)* des îles de la mer des Indes lance cette sécrétion à près d'un demi-mètre ; elle est très volatile et d'une odeur tellement insupportable que, si l'on ne s'éloignait au plus vite, on pourrait tomber en syncope. La Moufette américaine est encore plus renommée sous ce rapport ; le produit qu'elle rejette est d'une odeur tellement infecte que les comparaisons et les adjectifs font faute lorsqu'on veut en donner une idée ; l'odeur se sent, paraît-il, à plus d'une demi-lieue de distance, et si un objet a été touché, elle persiste pendant au moins un mois ; lorsqu'on poursuit la Moufette, elle ne paraît pas s'émouvoir, mais relève la queue et lance avec justesse son produit infect, jusqu'à six mètres de distance " (1). Notre Putois, quand il est en danger, rejette aussi un liquide puant.

Parfois les sécrétions défensives sont acides on caustiques : quelques Coléoptères, notamment les genres *Meloe* et *Cantharis*, forment un petit groupe qui a reçu le nom, bien mérité, de Vésicants ; le produit extrêmement caustique qu'ils fabriquent, la cantharidine, doit être bien efficace pour leur défense, car il suffit d'enduire, avec du sang de *Meloe* par exemple, des Hannetons

(1) Cuénot, p. 127.

ou des Courtilières pour que ceux-ci deviennent, au moins pour quelques jours, invulnérables vis-à-vis des Carabes qui en font habituellement leur proie; les œufs des Vésicants sont protégés contre les parasites par la cantharidine qui les imprègne.

Les Bombardiers ou Canonniers sont des Coléoptères qui projettent par l'anus un liquide brûlant, acide, capable d'attaquer la peau; il se vaporise instantanément en produisant une petite détonation; lorsqu'on les agace, ils fuient en multipliant les explosions, ce qui doit fortement impressionner leurs agresseurs.

Paussus, Coléoptère qui vit au milieu des Fourmis, rejette un liquide extrêmement corrosif qui renferme de l'iode libre.

Le liquide des Fourmis consiste en acide formique concentré.

Enfin c'est une sécrétion vénéneuse que possèdent beaucoup d'animaux; rien de plus varié que les appareils au moyen desquels ils les inoculent à leurs ennemis. Nous ne décrirons plus les *nématocystes* des Cœlentérés ni l'appareil du Scorpion (1). Nous allons plutôt donner une idée, d'après M. Cuénot, de la puissance de certaines sécrétions vénéneuses.

Lorsqu'on saisit à pleine main des Actinies, " on sent un picotement particulier, suivi d'une assez faible urtication; le contact des grandes Méduses de nos côtes, *Chrysaora, Aurelia,* etc., cause une vive cuisson, la peau rougit et la douleur peut persister pendant des heures et même des jours. Il paraît même qu'aux eaux de Sandifjord (Norvège), on traite les névralgies et les rhumatismes par des applications d'*Aurelia aurita,* qui joue le rôle d'un assez violent révulsif. Beaucoup de Méduses exotiques et des Hydraires produisent une brûlure comme celle d'un fer rouge. Parmi les Siphonophores, la Physalie cause une douleur extrêmement vive qui peut amener l'évanouissement " (2).

La morsure de plusieurs Araignées, la piqûre des Scorpions, surtout des espèces exotiques, ont très mauvaise réputation; il en est de même de la morsure des grandes Scolopendres des pays chauds.

Le poison de *Paradesmus gracilis* et de *P. virginiensis* (Myriapodes) n'est pas autre chose que le terrible acide prussique.

Beaucoup de Poissons sécrètent des produits venimeux inoculés passivement par les épines de l'opercule ou par les rayons des nageoires; la piqûre de plusieurs cause une douleur atroce; quelques-uns peuvent même déterminer des accidents paralysants mortels.

(1) *Revue des questions scientifiques,* tome XVII, avril 1885, p. 647.
(2) Cuénot, p. 20.

Les animaux qui font le mort. — Beaucoup d'animaux bien défendus, soit par une cuirasse, soit par des procédés chimiques, quand ils sont attaqués, au lieu de fuir ou de se débattre, ou d'utiliser leurs sécrétions défensives, se contentent de replier leurs appendices ou de s'enrouler en boule, puis ils restent absolument immobiles. Ainsi font les Tatous, les Pangolins, les Échidnés, les Porcs-épics, les Hérissons, beaucoup d'Insectes et d'Araignées, plusieurs Mille-pattes, les Cloportes et quelques Crustacés analogues.

Ils lassent ainsi la patience de leurs ennemis ou même, par leur stratagème, ils inspirent le dégoût aux carnassiers qui aiment les proies fraîches, vivantes et mobiles.

Les Matamores. — D'autres animaux, au contraire, " se redressent, se gonflent, étalent tous leurs appendices, de manière à augmenter leur volume apparent et à inspirer une crainte salutaire aux assaillants. „

Les Staphylins, les Perce-oreilles relèvent leur abdomen d'une façon menaçante. Un Coléoptère, le *Malachius* ou Cocardier, fait saillir brusquement devant ses ennemis des vésicules rouges qu'il peut ensuite faire rentrer; la tête de la chenille du *Bombyx regia* (Amérique du Nord) peut s'entourer subitement d'une couronne de tentacules rouges; des Poissons munis de longs piquants, Épinoches, Perches, Scorpènes, les hérissent à la moindre attaque.

Commensalisme et Symbiose. — " Les animaux commensaux sont ceux qui vivent à la surface du corps d'un autre animal, même enfoncés plus ou moins dans les organes internes, mais sans rien leur emprunter pour leur nourriture; il y a *symbiose* (ce qui est beaucoup plus rare) lorsque l'hôte et le commensal sont déformés tous deux d'une façon corrélative et que leur association est profitable pour l'un comme pour l'autre; le plus souvent lorsque les symbiotes sont séparés, ils dépérissent ou même meurent rapidement (1). „

Les espèces qui profitent pour leur défense des avantages d'un commensal se trouvent surtout chez les Vers, les Gastéropodes, les Crustacés inférieurs.

Les hôtes les plus recherchés par des espèces faibles sont principalement les Cœlentérés, formidablement défendus par leurs batteries de nématocystes, les Éponges dédaignées par les

(1) Cuénot, p. 15.

carnassiers à cause de leur chair peu comestible, les Échinodermes et les Mollusques protégés par leur test ou leur coquille, les Tuniciers abrités dans leur épaisse tunique cartilagineuse.

Souvent les animaux qui sont protégés par leur hôte perdent les moyens de défense caractéristiques du groupe naturel auquel ils appartiennent; les commensaux qui se tiennent à la surface de leurs hôtes sont généralement homochromes avec eux.

A. Buisseret.

IX

Les Lieux géométriques en géométrie élémentaire, par P. Sauvage, professeur de mathématiques au lycée de Montpellier. — 1 vol. in-8° de 113 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1893.

La géométrie élémentaire a le précieux avantage d'exercer tout particulièrement la sagacité des élèves en mathématiques par l'extrême variété des procédés conduisant à la solution des problèmes de son domaine. Chaque solution exige de celui qui l'imagine une certaine part d'invention. Il en résulte pour le commençant une gymnastique intellectuelle dont l'excellence a été reconnue dès les temps les plus reculés. Mais il ne faudrait pas, eu égard à cette considération, tenir pour inopportun tout ce qui peut venir en aide à l'élève dans la recherche à laquelle il doit se livrer pour chaque cas particulier. On doit, tout au contraire, s'appliquer à faire naître en lui des idées générales propres à guider son jugement et à laisser moins de hasard dans la marche qui le conduira au résultat demandé. C'est fort bien, en un mot, d'éveiller ses facultés imaginatives, mais mieux encore de lui apprendre à les discipliner.

Telle est l'idée de principe qui a présidé à l'élaboration d'ouvrages comme ceux de Desboves et de M. J. Petersen, et qui vient encore de donner naissance à l'opuscule de M. Sauvage. Celui-ci est conçu à un point de vue tout particulier. Il se réfere uniquement, en effet, aux lieux géométriques. Ce choix s'explique aisément. Le lieu géométrique est, en effet, à la base de la géométrie analytique; il est donc tout naturel de le rendre familier à l'élève dès la géométrie élémentaire.

Après avoir nettement défini cette notion dans le plan et dans

l'espace, l'auteur expose les méthodes générales dont il aura à faire un emploi systématique dans le reste de l'ouvrage. Ces méthodes sont au nombre de cinq : 1° Points remarquables ; 2° Substitutions successives ; 3° Translation parallèle ; 4° Rotations ; 5° Projections.

A titre d'applications, l'auteur commence par extraire du cours tous les exemples classiques de lieux géométriques qui découlent d'une manière évidente de ces méthodes. Il familiarise ainsi l'élève avec leur emploi, et atteint encore un autre but en lui mettant sous les yeux un tableau de résultats qui se graveront dans sa mémoire et auxquels il pourra, par la suite, ramener une foule d'autres cas qui se présenteront à lui.

Les exemples nouveaux sont ensuite traités par M. Sauvage avec un très grand soin. Ils sont bien choisis et de nature à intéresser l'élève. Leur solution est d'ailleurs donnée avec assez de détail pour que celui-ci puisse exactement se rendre compte du procédé suivi et l'imiter le cas échéant.

Un dernier chapitre est consacré à l'application des lieux géométriques à la résolution de divers problèmes de construction. C'est, en effet, la voie la plus rationnelle à suivre en pareil cas.

Ce petit livre, édité avec le goût qui se rencontre dans toutes les publications de la maison Gauthier-Villars, rendra de grands services aux maîtres non moins qu'aux élèves de mathématiques élémentaires.

M. D'OCAGNE.

X

MALADIES DES ORGANES RESPIRATOIRES, par le Dr FAISANS. *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.)* — Paris, Gauthier-Villars et Masson, 1892.

Ce volume contient une étude de la technique et de l'interprétation des procédés d'exploration physique des organes respiratoires. L'examen physique des parties intra-thoraciques de l'appareil respiratoire nécessite la mise en œuvre de quatre méthodes d'exploration, qui sont : l'inspection, la palpation, la percussion et l'auscultation. Chacune de ces méthodes nous fait connaître des signes physiques dont l'importance est variable suivant les cas ; aucune d'elles prise isolément n'est suffisante

pour apporter la certitude. Tout diagnostic d'affection intra-thoracique doit, pour acquérir la plus grande probabilité, s'appuyer sur les résultats comparatifs des quatre procédés que nous venons d'énumérer. C'est à exposer la pratique de ces méthodes ainsi que les résultats qu'on en obtient qu'est consacré l'ouvrage que nous analysons.

Dans un premier chapitre, le Dr Faisans établit les divisions topographiques de la cavité thoracique. L'examen physique des voies respiratoires suppose, en effet, la connaissance préalable de l'anatomie de la région et des rapports qui existent entre les parois de la cavité et les viscères qu'elle contient.

L'auteur dit avec raison qu'au point de vue clinique il ne faut pas trop multiplier les divisions de la région thoracique; il suffit d'un nombre de subdivisions relativement restreint. Il se borne donc à admettre deux premières régions, droite et gauche, répondant aux deux poumons. Chacun des deux côtés est divisé ensuite en quatre régions : la *région supérieure* ou fosse sus-claviculaire, qui est en rapport avec la partie la plus élevée du lobe supérieur des poumons, la *région antérieure* correspondant à la face antérieure des poumons, la *région postérieure* en rapport avec leur bord postérieur et une partie de leur face externe, enfin la *région latérale,* ayant la forme d'un triangle dont le sommet occupe le creux de l'aisselle et dont les côtés sont figurés par les parois de l'aisselle; cette partie recouvre la face externe des poumons.

Chacune de ces régions peut être subdivisée en zones plus ou moins nombreuses ; l'auteur divise la région postérieure en trois zones : la *fosse sus-épineuse,* la *fosse sous-épineuse,* et une *zone inférieure* allant de l'angle inférieur de l'omoplate à la dixième côte.

La région latérale comprend une *zone supérieure* ou région axillaire proprement dite, et une *zone inférieure* ou région sous-axillaire.

La région antérieure présente une zone supérieure, qui comprend une région *claviculaire* et la *fosse sous-claviculaire,* une *zone moyenne,* limitée par une ligne horizontale partant de l'appendice xyphoïde, et une *zone inférieure,* s'étendant depuis cette ligne jusqu'à la première fausse côte.

Toutes ces divisions sont un peu conventionnelles; mais elles permettent au médecin d'apporter de la méthode dans ses recherches cliniques.

Le second chapitre est consacré à l'exposé des résultats fournis par la simple *inspection* du thorax. Il faut observer l'état de la peau, le degré d'embonpoint des téguments thoraciques, le

développement des muscles respiratoires, la façon dont s'accomplissent les mouvements respiratoires (nombre, symétrie, caractères généraux, durée relative de l'inspiration et de l'expiration), enfin et surtout les changements de forme de la cage thoracique.

Dans le chap. III, l'auteur étudie les renseignements que donne au praticien la palpation des parois thoraciques. Le principal objet de cette méthode consiste à rechercher les vibrations thoraciques produites par l'émission de la voix. Il importe, dans cette exploration, d'observer certaines règles précises rappelées par le Dr Faisans. Comparant l'état physiologique avec l'état pathologique, on peut singulièrement éclairer le diagnostic en constatant, soit l'augmentation, soit la diminution des vibrations.

Le chap. IV a pour objet l'étude de la percussion. Après un court historique de ce procédé, l'auteur fait connaître les règles qui sont indispensables pour sa bonne exécution. Il rappelle ensuite les phénomènes produits par la percussion, spécialement au point de vue de l'intensité, de la tonalité et du timbre du son obtenu. Enfin il montre comment ces différentes qualités du son sont modifiées dans l'état pathologique, et comment on peut tirer parti de ces modifications pour diagnostiquer les diverses maladies qui peuvent affecter les organes respiratoires.

Le chapitre V, le plus important de tous, est consacré à l'auscultation. Après avoir posé les règles de toute bonne auscultation, le Dr Faisans étudie le bruit respiratoire dans son état physiologique, au point de vue de son rythme, de son intensité, de sa tonalité et de son timbre; puis il passe en revue les modifications pathologiques que le médecin rencontre dans la pratique. Il y a d'abord les anomalies de rythme, qui portent sur la fréquence des respirations, sur la continuité de chacun des temps et sur leur durée relative. On a beaucoup discuté sur la signification de la respiration saccadée; l'auteur croit que ce signe physique ne prend de l'importance que s'il est accompagné de quelque autre anomalie, telle que rudesse ou affaiblissement du murmure vésiculaire. L'expiration prolongée est un phénomène d'une haute importance, qui se manifeste dans l'emphysème et la tuberculose; c'est un excellent signe de cette dernière maladie, mais le Dr Faisans n'admet pas que ce soit un des premiers.

Viennent ensuite les anomalies d'intensité (respiration forte, faible ou nulle), de tonalité et de timbre.

L'auscultation permet souvent de découvrir des phénomènes qui ne se constatent pas à l'état normal. Il y a d'abord et avant tout les bruits de souffle, qui se manifestent lorsque le poumon est devenu, en totalité ou dans une de ses parties, imperméable à l'air; il devient par là-même meilleur conducteur du son; c'est le bruit ainsi perçu qui constitue le souffle. On distingue le souffle tubaire (pneumonie lobaire, congestion pulmonaire, pneumonie tuberculeuse, apoplexie pulmonaire, pleurésie), le souffle caverneux (excavations pulmonaires, dilatation bronchique), le souffle amphorique (pneumothorax). D'autres bruits anormaux sont les bruits de frottement d'origine pleurale et les râles (râles secs, râles humides : crépitants, sous-crépitants, caverneux, tintement métallique).

On peut aussi par l'auscultation tirer parti de la modification subie par la voix du malade transmise à travers les parois thoraciques à l'oreille du médecin. Les modifications pathologiques de la voix ont été bien étudiées par Laënnec, et on a peu à ajouter à ce qu'il en a dit. On découvre par là la bronchophonie, l'égophonie, la pectoriloquie et la voix amphorique.

Enfin, dans un dernier chapitre, l'auteur étudie deux signes dont la recherche nécessite la mise en œuvre simultanée de deux méthodes d'exploration : c'est le bruit d'airain, perçu en auscultant un malade pendant qu'un aide percute la région opposée avec deux pièces de monnaie frappant l'une sur l'autre (Trousseau), et la fluctuation thoracique, obtenue par la mise en œuvre combinée de l'auscultation et de la succussion (Laënnec).

Le Dr Faisans a fait une œuvre très complète, comme le prouve l'analyse que nous venons de donner. Les progrès les plus récents de la science ont été largement mis à profit; et l'auteur prouve qu'il n'est pas seulement un savant érudit, mais aussi un clinicien consommé.

Dr Mœller.

XI

Technique d'électrophysiologie, par Weiss, ingénieur des ponts et chaussées, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris. *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.)* — Paris, Gauthier-Villars et Masson, 1892.

L'électricité a pris une place importante dans l'étude de la physiologie aussi bien que dans la pratique de la médecine. Il

faut cependant reconnaître que les progrès de l'électrothérapie n'ont pas été rapides, et qu'à l'heure actuelle encore cet agent physique est employé par la plupart des médecins d'une façon absolument empirique. La raison en est double : d'une part, les effets de l'électricité sur l'organisme humain n'ont encore été étudiés qu'incomplètement, et il reste beaucoup à faire sous ce rapport ; d'autre part, les notions électrophysiologiques les plus certaines sont trop peu connues des praticiens. Il était utile de posséder un manuel de thechnique d'électrophysiologie, facilitant l'expérimentation de ceux qui veulent se livrer à de nouvelles recherches dans ce vaste champ d'études et rappelant en même temps les notions déjà découvertes.

Tel a été le but poursuivi par M. Weiss, qui, par ses études antérieures, était dans les meilleures conditions pour écrire un ouvrage qui fût à la fois scientifique dans son esprit et pratique dans les indications qu'il fournit.

L'auteur rappelle d'abord les formules et les lois indispensables à connaître pour l'étude de l'électrophysiologie. Il expose ensuite les principales méthodes et les appareils les plus pratiques pour la mesure de l'électricité.

Quant aux galvanomètres, M. Weiss rejette ceux du type Nobili, encore souvent cités comme de bons instruments ; il propose de les remplacer soit par le galvanomètre d'Arsonval, soit par la boussole de Wiedemann.

Pour mesurer la quantité d'électricité, le procédé le plus commode est l'emploi du galvanomètre balistique ; les méthodes électrolytiques, qui sont plus sûres et plus précises, ne peuvent servir, parce que les quantités d'électricité employées en électrophysiologie sont trop faibles pour donner une électrolyse appréciable.

Quant à la mensuration des différences de potentiel, l'auteur conseille soit l'électromètre Thomson, soit l'électromètre capillaire. Chacun de ces instruments a ses avantages et ses inconvénients ; le type Thomson convient très bien, mais son montage est coûteux et délicat.

On peut mesurer les forces électromotrices de polarisation à l'aide du procédé de M. Chaperon ; il est rare qu'on ait besoin, en électrophysiologie, de faire des mesures de capacité. Par contre, la mesure des résistances est souvent fort importante ; la méthode la plus simple consiste à déduire la résistance des corps en expérience de la formule de Ohm ; l'auteur signale à ce propos un dispositif extrêmement commode dû à MM. Arton et Perry.

Dans la deuxième partie de son ouvrage, M. Weiss étudie la

production de l'électricité par les tissus vivants. L'existence de certains poissons électriques est connue de toute antiquité; l'auteur examine et passe au crible de la critique, sans conclure positivement, les diverses théories imaginées pour expliquer ce phénomène. Il existe de même des insectes et des plantes électriques; enfin la peau de certaines personnes devient parfois le siège de manifestations électriques assez importantes pour donner lieu à des étincelles lorsqu'on promène les doigts à sa surface.

Ces manifestations électriques sont faciles à mettre en évidence. Il n'en est plus de même pour d'autres phénomènes, qui sont beaucoup plus faibles et entièrement fugaces. Il faut alors des instruments spéciaux; il est surtout indispensable d'éviter l'introduction dans le circuit de toute force électromotrice étrangère aux tissus soumis à l'expérience; le seul corps conducteur que l'on puisse mettre au contact des tissus est la solution de chlorure de sodium à 7 pour mille. M. d'Arsonval a proposé de très bons électrodes dans cet ordre d'idées.

Or si l'on prend un fragment de tissu vivant fraîchement extrait d'un animal, on constate presque toujours l'existence d'un courant, dont la grandeur et la direction sont très variables. Si, par un procédé quelconque, on vient à faire passer ces tissus détachés à l'état actif, on observe des modifications dans leur état électrique (oscillation négative de du Bois-Reymond). L'auteur ne tranche pas la question de savoir si les phénomènes électriques que nous venons d'exposer existent pendant la vie normale ou s'ils ne sont pas la conséquence de la préparation que l'on fait subir aux organes en expérience. Du reste, toutes ces recherches électrophysiologiques sont encore bien vagues, et elles devront être répétées souvent pour pouvoir être admises.

Dans la troisième partie de son livre, M. Weiss s'occupe de l'action de l'électricité sur l'organisme vivant. Nous nous trouvons ici sur un terrain plus ferme, qui a déjà été exploré par un grand nombre de chercheurs. Il y a encore peu à dire sur l'électricité à l'état statique; si l'efficacité thérapeutique de cet agent ne peut plus être mise en doute, il n'en est pas de même de son action physiologique, sur laquelle nous n'avons aucune donnée précise.

Par contre, l'influence de l'électricité dynamique sur l'organisme vivant a été très bien étudiée dans ces dernières années. Après avoir rappelé les différentes règles à observer dans l'application de l'électricité dynamique (mode de préparation des organes, emplacement et forme des électrodes, etc.), l'auteur

examine l'action physiologique des courants continus : action sur la sensibilité des organes, sur la contractilité des muscles, action chimique, et enfin phénomènes d'entraînement. Un des phénomènes importants du passage du courant électrique dans un nerf est ce qu'on appelle l'état électrotonique ou électrotonus; les recherches d'Eulenbourg, Erb et Helmholtz sur ce point intéressant sont exposées d'une façon concise, mais complète, par l'auteur.

Un chapitre tout entier est consacré à l'étude de l'action des ondes uniques. Très importants au point de vue thérapeutique sont les effets des ondes de fermeture et de rupture des courants. Le professeur Erb a tiré un parti considérable de cette donnée, surtout par sa découverte de la réaction de dégénérescence, qui fournit des renseignements extrêmement précieux pour le diagnostic comme pour le pronostic de certaines affections nerveuses. C'est là un point qui est malheureusement ignoré de la plupart des médecins qui manient l'électricité sans en avoir fait une étude spéciale.

Enfin, dans le dernier chapitre, M. Weiss expose l'état de la science au point de vue de l'action des courants périodiques. Il rappelle les dispositifs utilisés pour produire des courants périodiques; c'est presque exclusivement le chariot de du Bois-Reymond qui est employé en physiologie comme en thérapeutique. D'après l'auteur, les machines magnéto-électriques pourraient aussi rendre de grands services en électrophysiologie, et cependant elles sont jusqu'ici très peu employées.

La fin de ce chapitre contient quelques données intéressantes au point de vue de l'action des courants continus sur le cœur, sur les muscles lisses, sur les nerfs centrifuges autres que les nerfs moteurs (pneumo-gastrique, vaso-moteurs), sur les nerfs centripètes et sur les animaux unicellulaires.

L'ouvrage que nous venons d'analyser n'est pas sans mérites; il donne une vue d'ensemble assez complète sur les principales questions d'électrophysiologie. Ceux qui le liront se convaincront qu'il est indispensable, pour s'occuper de cette branche importante de la médecine, d'acquérir au préalable des notions précises et complètes d'électrophysiologie.

Peut-être l'auteur eût-il pu mettre un peu plus de méthode dans le plan de son ouvrage, que nous aurions divisé en deux parties : l'une s'occupant exclusivement de la partie technique et instrumentale, l'autre consacrée à l'exposition des principales notions d'électrophysiologie.

Dr Mœller.

XII

La Population, *les causes de ses progrès et les obstacles qui en arrêtent l'essor*, par Édouard Van der Smissen, chargé de cours à l'Université de Liége. Ouvrage couronné par l'Académie des sciences morales et politiques (1). — Un fort volume in 8° de 561 pp. — Bruxelles, Société belge de librairie, 1893.

L'Académie des sciences morales et politiques (Institut de France) a proposé pour le concours Rossi de 1891 le sujet suivant : *La population; les causes de ses progrès et les obstacles qui en arrêtent l'essor*. Le mémoire présenté par M. Édouard Van der Smissen, chargé de cours à l'Université de Liége, en réponse à cette question, a été couronné sur un rapport très élogieux de M. Levasseur, l'illustre auteur de la *Population française*. L'ouvrage de M. Van der Smissen méritait cette flatteuse distinction par les plus sérieuses qualités de fond et de forme; très documenté, il n'est pas alourdi par l'appareil d'érudition où l'on se complaît trop souvent aujourd'hui. L'ouvrage de M. Van der Smissen présente au plus haut degré le caractère de l'unité, et des vues originales autant que justes y abondent.

L'auteur a divisé son ouvrage en trois livres et vingt-six chapitres. Le premier livre est consacré à un aperçu historique sur le mouvement de la population; le deuxième contient l'exposé et la critique des lois de Malthus; le troisième se rapporte à la population au XIXe siècle. En d'autres termes, M. Van der Smissen a examiné tour à tour l'histoire, la théorie, les faits contemporains.

L'examen de la théorie est particulièrement intéressant.

Au XVIIIe siècle, la question de la population passionne les économistes et les publicistes. Vers le milieu du XVIIIe siècle, dit Roscher, une école d'économistes décide toute question controversée suivant qu'elle favorise ou non l'accroissement de la population. A la même époque, Arthur Young parcourt la France; à chaque page de ses notes de voyage, il signale avec curiosité et non sans quelque inquiétude la faible densité de la population française. Montesquieu croit à la dépopulation : " Si cela continue, dit-il, dans dix siècles la terre ne sera qu'un

(1) Cfer Revue des questions scientifiques, octobre 1891, l'article intitulé : *Les Lois de Malthus*.

désert. „ Mirabeau le père, dans son *Traité de la population,* ne partage pas ces craintes, mais, pour lui, contrairement à la thèse développée plus tard par Malthus, l'*overpopulation* n'est pas à redouter : “ les lois de la subsistance, de la multiplication et du bonheur de notre espèce, dit-il, sont toutes faites. „ Le danger de la surpopulation n'existe pas. Pourquoi? parce qu'il y a équilibre constant, parce que “ la législation conforme aux lois de la nature, et la seule selon laquelle nous puissions prospérer, va d'elle-même .„

Le sentiment général est que la diminution de la population est plus à craindre qu'un accroissement inconsidéré.

Roscher a brièvement mais très judicieusement indiqué un rapport entre le système de Colbert et l'opinion dominante, avant Malthus, sur la question de la population. Colbert, il ne faut pas l'oublier, avait trouvé la France appauvrie, les terres en friche, les campagnes infestées de mendiants et de vagabonds; il voulut augmenter la puissance de production de la France, créer des industries nouvelles, surexciter l'esprit d'entreprise. Mais pour que le produit existe, il faut des hommes, des producteurs. La main d'œuvre est la première condition d'existence de l'industrie. Aussi les économistes du XVIIIe siècle, qui sont sous l'influence des idées de Colbert, sont-ils d'avis que la disette d'hommes est la pire de toutes les disettes.

En somme, la théorie des écrivains “ anté-malthusiens „ sur la population est bien éloignée de la thèse soutenue au commencement de notre siècle par les économistes de l'école classique anglaise. Au siècle dernier, on craint que la terre ne se dépeuple; au commencement du XIXe siècle, au contraire, une pléiade d'économistes professent que la population croît selon une progression plus rapide que les subsistances, et ils recherchent les moyens d'entraver cet accroissement.

Malthus a attaché son nom à cette thèse. Quelle est la genèse de sa doctrine? C'est ici, comme le remarque M. Van der Smissen, que se montre clairement l'influence du milieu. Nous parlons, bien entendu, de cette influence sur l'entendement, non sur la liberté de l'homme. En Angleterre, à l'époque où Malthus réfléchit sur le problème de la population, l'optimisme n'est guère de mode. Ce pays est en pleine crise. M. Van der Smissen le dit justement et éloquemment : “ L'industrie moderne naissait, fille de l'homme, enfantée comme le fils de la femme dans la douleur. „ La loi des pauvres produit de criants abus; des générations d'assistés paraissent, tendant vers l'État leurs mains avides,

insatiables. Malthus observe ces phénomènes, il les médite, il les généralise. Une circonstance se présente qui donne corps à ses réflexions, le force à les préciser, à en exagérer les conséquences peut-être. William Godwin, qui fut non seulement un socialiste, mais aussi un anarchiste — il écrivit, en effet, cette phrase qui résume la théorie de Bakounine : " Tout gouvernement est un mal nécessaire, mais espérons qu'un jour il n'en existera plus, „ — William Godwin fait paraître son célèbre ouvrage *De la justice politique.* Malthus s'indigne qu'on impute à l'organisation économique les maux dont souffrent les classes laborieuses ; les pauvres ne doivent leurs maux qu'à eux-mêmes; leur vertu prolifique est hors de proportion avec la loi d'accroissement des subsistances. Les pauvres ont trop d'enfants, voilà le mal; la continence, le *moral restreint,* voilà le remède.

Le conflit des théories est donc complet entre Malthus et les économistes du XVIIIe siècle. M. Van der Smissen a mis admirablement en lumière la différence essentielle qui sépare les deux écoles, et il explique, avec non moins d'érudition, de clarté et de méthode, par quelle suite de généralisations hâtives, de déductions aventurées, Malthus a interprété faussement les phénomènes de la propagation de l'espèce et de l'accroissement des subsistances.

Suivons notre auteur sur ce terrain.

Malthus a formulé deux propositions. La première, c'est que la population croît selon une progression géométrique. Il s'agit de l'hypothèse où nul obstacle n'arrête ce développement. La seconde proposition, c'est que les moyens de subsistances, dans les circonstances les plus favorables à l'industrie, ne peuvent jamais augmenter plus rapidement que selon une progression arithmétique.

Dans la première édition de l'*Essai,* se trouve le passage fameux du banquet. Malthus est d'avis que la misère et la mort se chargeront bien de proportionner la population aux subsistances. Parlant du malheureux introduit dans un monde déjà occupé, Malthus dit : " Au grand banquet de la nature, il n'y a point de couvert mis pour lui. La nature lui commande de s'en aller et elle ne tarde pas à mettre elle-même cet ordre à exécution. „ Dans la seconde édition de l'*Essai,* Malthus a supprimé ce passage. M. Van der Smissen le fait remarquer avec esprit et sagacité, peut-être ce passage a-t-il suggéré le remède de la contrainte morale. Au lieu d'introduire le malheureux dans la salle du banquet, dit M. Van der Smissen, pour lui faire constater

qu'il n'y a point de couvert mis pour lui, mieux vaut, en effet, ne pas le convier du tout!

Comment interpréter les *lois de Malthus?*

En puissance, la propagation de l'espèce tend vers la progression géométrique; mais, en fait, la progression est simplement arithmétique, puisqu'elle est limitée par la loi d'accroissement des subsistances. Voilà ce qu'établit très bien M. Van der Smissen; et il fait observer, avec non moins de raison, que le système de Malthus consiste essentiellement dans la substitution des moyens préventifs aux moyens répressifs. Dans l'ordre de la nature, la mort enlève le surcroît de la population par rapport à la masse des subsistances. Malthus veut que la volonté humaine empêche la nature de procéder à cette élimination ; la prudence — telle que l'entend Malthus — empêchera que le nombre des hommes ne devienne supérieur aux moyens d'existence.

Quel est le vice fondamental de cette théorie?

" Tous les raisonnements de Malthus, dit M. Van der Smissen, procèdent d'une conception erronée du développement de la population, soumis à ses yeux à se modeler sur celui des subsistances, tandis que c'est de l'homme même que dépendent et la propagation de l'espèce et l'augmentation de la production des subsistances. „ Les économistes les plus orthodoxes ont, de notre temps, attaqué avec une extrême vivacité les lois de Malthus. M. Courcelle-Seneuil a dit que le mouvement économique n'obéit pas à une loi fatale; " il n'est donc pas exact de dire, continue cet économiste, que les richesses croissent en raison arithmétique, tandis que la population croîtrait en raison géométrique, ni d'assigner à l'un ou à l'autre mouvement une loi rigoureusement mathématique, quelle qu'elle soit. „ M. de Molinari n'est pas moins catégorique. D'après cet auteur, l'erreur fondamentale de Malthus vient de ce qu'il n'a porté son attention que sur un point du problème, à savoir la force reproductive. Le capital et le travail interviennent puissamment et favorisent l'augmentation des moyens d'existence. " En effet, dit M. de Molinari, on peut admettre telle supposition où le capital croissant en raison géométrique, la production croîtrait dans la même proportion, qu'il s'agisse d'hommes, de bêtes de somme, de machines, de tissus ou de subsistances. „ M. Thiers avait dit excellemment : " partout où l'homme paraît, l'herbe pousse, la graine germe. „

Malthus s'est trompé gravement sur le pouvoir d'accroissement des subsistances, et il a tiré des conclusions erronées des

disettes qui, de son temps, désolaient périodiquement l'Europe. Si, aux siècles passés, les moyens de subsistance ont souvent fait défaut, ce n'est pas que la population fût surabondante, mais parce que la liberté des échanges internationaux était inconnue et que les moyens de communication se trouvaient insuffisants. Le voyage d'Arthur Young en France (1787-1788) le prouve d'une façon irréfutable. Taine a exposé admirablement l'organisation économique si défectueuse de la France sous l'ancien régime; lors de la famine qui désola la France à la fin du siècle dernier, certaines parties du royaume regorgeaient de blé, tandis que, dans d'autres districts, la famine occasionnait des émeutes incessantes, préludes de la Révolution. De notre temps, au contraire, une disette paraît presque impossible; en tous cas, elle serait bien plus imputable à une mauvaise organisation économique qu'à la surabondance de population. En résumé, il faut prendre le contre-pied de la théorie malthusienne : les subsistances ne s'opposent point à la multiplication de l'espèce humaine, mais cette espèce, en se multipliant, fait en sorte, par son travail et son industrie, que les moyens d'existence se proportionnent à ses besoins.

Entre la théorie des économistes du XVIIIe siècle et les idées des contemporains sur la population, on remarquera un point de contact : de part et d'autre on ne redoute pas la surpopulation. Mais il faut signaler entre les deux doctrines une différence essentielle : au siècle dernier, on croit que l'équilibre entre la population et les subsistances sera maintenu d'une façon fatale. Mirabeau est très explicite sur ce point. De notre temps, au contraire, on a moins de confiance dans le progrès fatal; on admet que la population peut se développer encore, mais à condition que l'industrie humaine aille aussi en se développant et crée de nouveaux moyens d'existence. L'équilibre entre la population et les subsistances est un équilibre voulu, non pas un équilibre fatal. A ce point de vue, les théories actuelles sur la population partent d'une idée plus élevée que la thèse des écrivains du XVIIIe siècle.

Les causes qui agissent sur la population sont très nombreuses et très compliquées. C'est à leur examen qu'est consacré le troisième livre de l'ouvrage de M. Van der Smissen. L'auteur les divise en trois groupes : les influences économiques, les influences sociales, les influences législatives.

Parmi les causes économiques, M. Van der Smissen range l'émigration et la colonisation, les modes de l'agriculture et de

l'appropriation foncière, la prospérité générale et les progrès de l'industrie; pour terminer l'examen des influences économiques, l'auteur envisage les effets de l'accroissement de la population sur le sort des salariés et conclut à l'amélioration de la situation des classes ouvrières. Enfin, la situation economique de la famille ouvrière exerce une influence très notable sur le mouvement de la population. A ce propos, signalons une réflexion très juste de M. Van der Smissen : " Ce qui favorise l'accroissement de la population, dit-il, c'est plutôt l'essor de l'activité économique, le besoin de bras, la marche vers une plus grande somme de bien-être. „ Une marche très progressive de la civilisation, une appropriation très complète des forces naturelles, etc., surexcitent l'activité prolifique; dans l'état stationnaire économique, ce mouvement de la population viendrait à décroître; mais il est probable qu'il viendrait à progresser de nouveau dans le cas où la dépression économique viendrait à s'accentuer (1).

Les influences sociales exercent une influence non moins considérable sur l'accroissement de la population. La prévoyance et le luxe constituent des influences sociales ayant de l'analogie avec les causes purement économiques. Il en est d'autres qui ne participent point de ce caractère, telles : la cause psychologique *(moral restreint)*, la cause physiologique, celles provenant de la race, des progrès des sciences, de la religion, de l'état des relations internationales (guerre ou paix).

Enfin les influences législatives sont de nature diverse. La loi peut retarder les mariages; elle peut, au contraire, encourager la procréation des enfants en accordant certaines faveurs aux familles nombreuses; elle exerce enfin une action incontestable sur le mouvement de la population par la détermination des régimes successoraux.

Il ne nous est pas possible d'examiner point par point les idées à la fois très originales et très pondérées que M. Van der Smissen a émises sur ces divers sujets. Nous nous bornerons à résumer celles de ses théories qui touchent directement quelques sujets à l'ordre du jour.

Certains théoriciens attendent beaucoup des droits d'entrée sur les céréales pour le relèvement de l'agriculture. M. Van der Smissen ne croit pas à l'efficacité de ce remède et, au point de vue

(1) Une crise économique réduisant les ouvriers à la misère aurait pour effet final l'accroissement de la population, car elle diminuerait le sentiment de prévoyance qui naît de l'aisance.

spécial où il se place, celui de l'augmentation de la population, il y voit même de sérieux inconvénients. " Les économistes, dit-il, voient que la protection peut causer le ralentissement de la population par le renchérissement des prix. Le fermier, à ce jeu, pourra être leurré tout le premier si la hausse du blé amène un renchérissement de toutes choses. „ M. Van der Smissen fait parfaitement ressortir le caractère odieux d'un impôt sur le blé; c'est le grand consommateur de pain — c'est-à-dire l'ouvrier — qui paie cet impôt; de plus, la charge qu'il a à supporter de ce chef est d'autant plus lourde qu'il a un grand nombre d'enfants. C'est un véritable impôt de capitation.

La constitution de la propriété peut aussi exercer une influence décisive sur le mouvement de la population. La grande propriété, lorsqu'elle est poussée à l'excès, érigée en système, amène la dépopulation. On se rappelle la parole attristée de Pline : *Latifundia perdidere Italiam!* Les collectivistes ne manquent point d'exploiter ce grief contre l'organisation économique actuelle. La réponse est que ce n'est point l'appropriation privée de la terre qu'il faut condamner, mais seulement des *modes* de cette appropriation, chose essentiellement contingente et variable.

En matière de population, des effets semblables peuvent être atteints par des causes très dissemblables : c'est ainsi que la dépopulation peut résulter du morcellement excessif de la propriété. Le Dr Bertillon a produit sur ce point des statistiques décisives. En France, l'acquisition de la propriété constitue un mode important de l'épargne et de la capitalisation. Mais si, comme le dit M. Van der Smissen, on accroît son capital argent en vue d'acquérir de la terre, on augmentera d'autant moins son capital enfants! La procréation des enfants est pourtant un mode avantageux de capitalisation; malheureusement les mœurs ont fait en sorte que cette capitalisation n'est fructueuse que pour les familles de la classe ouvrière. L'enfant du riche reçoit une éducation coûteuse; par une cruelle ironie des choses, les " folies de jeune homme „ rentrent même dans les frais de cette éducation, car on est d'avis qu'*il faut que jeunesse se passe.* Le jeune homme riche, le plus souvent, est un oisif; c'est un capital mort; voilà pourquoi, dans la classe moyenne, qui veut faire de ses jeunes gens des oisifs, avoir des enfants est une dépense de haut luxe. Au contraire, l'enfant du pauvre coûte peu et rapporte vite, trop vite même, car le travail auquel on le soumet est souvent prématuré. La législation sur le travail des enfants a

pour effet d'augmenter les dépenses nécessitées par l'éducation des enfants; elle peut exercer une influence sérieuse sur le mouvement de la population dans la classe laborieuse.

L'aisance exerce aussi une grande influence sur le mouvement de la population. C'est qu'elle développe le sentiment de la prévoyance. Dans les classes riches, les jeunes gens ne s'engagent dans les liens du mariage qu'à la condition de pouvoir assurer à leurs enfants autant de facilités au moins qu'eux-mêmes ont rencontrées. Si ce genre de prévoyance leur fait défaut, leurs parents en ont à leur place. Les pauvres, au contraire, n'ont pas à redouter de laisser à leurs enfants une situation pire que la leur. Montesquieu, ce génie pénétrant qui a eu des lumières sur tant de choses, a écrit : " Les gens qui n'ont absolument rien, comme les mendiants, ont beaucoup d'enfants. C'est qu'ils sont dans le cas des peuples naissants; il n'en coûte rien au père pour donner son art à ses enfants, qui même sont en naissant des instruments de cet art „ (1). M. Cheysson l'a fait remarquer avec esprit : " les pauvres, auxquels Malthus réservait ses conseils, sont les seuls à ne pas les suivre. „

Peut-être ne serions-nous pas tout à fait d'accord avec M. Van der Smissen sur les conséquences des dispositions du Code civil concernant les effets du " partage forcé „. M. Van der Smissen n'accepte qu'avec beaucoup de réserves l'opinion de Le Play sur cette matière; nous serions disposé, pour notre part, à donner à la doctrine Leplaysienne une adhésion plus entière. M. Van der Smissen invoque comme raison de douter la natalité très différente dans trois pays soumis au même régime successoral, à savoir : les Pays-Bas, la Belgique et la France. A notre sens, cet argument n'est point décisif. En ce qui concerne le mouvement de la population, il n'y a point de cause unique, mais une multitude d'influences qui interviennent. Ainsi le développement économique pousse à la multiplication de l'espèce. En Belgique, les importations, qui étaient, en 1835, de 41 fr. par tête d'habitant, montent à 272 fr. en 1890; les exportations étaient de 35 fr. en 1835, toujours par tête d'habitant, elles atteignent 234 fr. en 1890. Le mouvement économique en France est loin d'avoir progressé aussi rapidement; la politique douanière française actuelle le ralentira encore. D'autre part, si le nombre des naissances, en Belgique, augmente absolument, il diminue proportionnellement. A la

(1) *Esprit des lois*, livre XXIII, ch. XI.

question : " Par 100 femmes de 15 à 45 ans, combien de naissances par an? „ la statistique démographique belge répond : De 1861 à 1870, 14.37 naissances; de 1871 à 1880, 14.49 naissances; en 1885, 14.09 naissances; en 1888, 13.55 naissances; en 1889, 13.57 naissances ; en 1890, 13.50 naissances. D'après ces chiffres, et en tenant compte des circonstances économiques, l'argument tiré par M. Van der Smissen de la différence de la natalité en France et en Belgique ne nous paraît pas absolument concluant.

Nous terminons notre exposé en rendant hommage à la haute valeur de l'ouvrage de M. Van-der Smissen. Le mémoire sur *La Population* honore grandement son auteur et est destiné à fonder la renommée scientifique du jeune et savant professeur de l'Université de Liége.

ARMAND JULIN.

XIII

LA BIBLIA Y LA CIENCIA, por el Cardenal GONZALEZ, de la Orden de Santo Domingo. Deuxième édition. — Deux vol. in-8°, de 572-582 pp. — Séville, Isquierdo et Comp^a^, 1892.

S. Ém. le Cardinal Gonzalez, qui depuis des années compte parmi les savants de notre époque, a enrichi récemment la bibliothèque espagnole d'un ouvrage digne de figurer au premier rang dans l'apologétique biblique. Si le sujet n'est pas neuf — que de fois n'a-t-il pas été approfondi et traité par les catholiques? — ce travail est neuf par la forme et par la rigueur de logique qui domine les problèmes. Ceux-ci requièrent à la fois science et art : science pour servir de base aux solutions, art pour les rendre accessibles à toutes les intelligences. Le Cardinal Gonzalez les étudie en puisant aux sources légitimes des sciences sacrées et profanes, et par un talent magistral il les développe avec une remarquable clarté et netteté d'exposition.

Tout l'ouvrage a pour but de résoudre, par la Bible et par la science, ces grands problèmes biblico-scientifiques que soulèvent les premiers chapitres de la Genèse. Les préliminaires se rapportent à la nature de l'inspiration, aux systèmes d'interprétation rationaliste, aux doctrines des écoles positiviste et moniste, aux rapports entre la science divine et la science

humaine, au but que se proposaient les hagiographes. L'auteur choisit ensuite la méthode qui lui paraît la meilleure, " méthode que l'on pourrait appeler modérée " (tome I, p. 252), intermédiaire entre le concordisme et l'idéalisme; puis, après ce beau préambule, il commence la discussion du premier problème, *De l'origine et de la formation du monde.*

L'Hexaméron de Moïse renferme cet enseignement moral et religieux, que le monde est sorti du néant; que Dieu, en le créant, manifesta ses infinies perfections, et qu'il fit éclater sa divine providence en le disposant pour le bien de l'homme formé à son image et à sa ressemblance. Si les écoles chrétiennes n'ont pas suivi de règle uniforme dans l'interprétation de l'Hexaméron, toutes sont d'accord pour admettre la création *ex nihilo;* elles ne diffèrent que sur le mode de formation de l'univers; et cette largeur de vues qui s'accorde si bien avec les idées modernes se retrouve aussi chez les SS. Pères.

Si la science est muette sur la création *ex nihilo,* du moins elle nous démontre l'existence de Dieu comme cause première. Les positivistes et les monistes, qui, pour résoudre le problème de l'origine du monde, en sont réduits à recourir à une matière éternelle, à une force éternelle, à une évolution fatale, toutes choses qui impliquent contradiction, montrent par là-même qu'ils n'ont pas d'armes pour combattre la vérité de la création, idée essentiellement chrétienne.

Les premiers versets de la Genèse, relatifs à la matière informe, à l'état chaotique, à l'apparition de la lumière, dans l'interprétation qu'en donnent d'anciens docteurs, concordent avec les découvertes astronomiques et les systèmes scientifiques les plus récents.

Second problème: *Les Jours mosaïques.* Ce n'est ni une définition de l'Église, ni un enseignement unanime des docteurs que l'homme ait apparu aussitôt après la création de la terre; par conséquent ni la Bible ni l'exégèse ne s'opposent à ce que l'on prenne les jours de la Genèse pour des époques de longue durée. Les trois jours que Moïse consacre à la production des végétaux et des animaux s'accordent sans difficulté avec les périodes géologiques; et, dans l'état actuel de la science, la concordance entre la chronologie biblique et la science est évidente.

Troisième problème : *L'Origine de l'homme.* Le darwinisme, dans ses trois phases, a essayé de résoudre ce problème. Le darwinisme évolutif monistique remplace le miracle de la création par l'éternité de la matière et la génération spontanée; mais

l'éternité de la matière ne peut pas se démontrer par la science, et la génération spontanée manque de valeur scientifique. Le darwinisme sélectif est une hypothèse toute gratuite; malgré son peu de probabilité, elle n'est contraire ni à la Bible ni à l'exégèse traditionnelle, pourvu qu'elle admette la création. Le darwinisme anthropologique recourt à des hypothèses, et tire des conclusions qui ne sont pas contenues dans les prémisses. C'est en vain qu'il énumère les ressemblances qui existent entre l'homme et le singe : les différences anatomiques entre ces deux êtres sont palpables; plus grandes encore sont celles d'ordre intellectuel et moral. C'est en vain qu'il appelle à son secours l'embryologie : si l'on n'a pas découvert de différences entre les ovules, ce n'est pas une raison suffisante pour les nier; et si de fait il n'y en avait pas, il faudrait, pour expliquer la diversité des êtres, recourir à une virtualité *sui generis,* comme l'expose saint Thomas.

La Genèse, interprétée par toute la tradition, fait intervenir dans la formation de l'homme une action spéciale de Dieu pour tirer l'âme du néant. Quant au corps, l'opinion qui fait descendre l'homme des animaux paraît inadmissible ou peu probable au point de vue philosophique et scientifique; au point de vue de la foi, elle n'est pas contraire à la révélation, et entendue dans un sens restreint elle n'est pas incompatible avec l'exégèse catholique.

Quatrième problème : *L'Unité de l'espèce humaine.* La solution dépend du concept de l'*espèce,* dont il faut expliquer les deux éléments constitutifs, la ressemblance et la filiation. Que le monogénisme soit plus scientifique que le polygénisme, c'est ce que montrent les caractères physico-organiques, et plus encore les caractères psychiques, le langage, la moralité, la religiosité. La Sainte Écriture appuie le monogénisme, en enseignant que tous les hommes descendent d'un seul tronc; cette vérité ressort de nombreux textes bibliques et du dogme du péché originel. La science enseigne la possibilité, la foi atteste la réalité historique de l'unité de l'espèce humaine; il n'y a donc aucune opposition entre ces deux sources de la vérité.

Cinquième problème : *L'Antiquité de l'homme.* C'est une " vérité de certitude physique „ que l'homme est venu au monde de longs siècles après la formation de notre globe. C'est aussi ce qu'ont enseigné plusieurs Pères, et ce qu'admet actuellement la grande majorité des catholiques, d'accord en cela avec les hétérodoxes. A quelle antiquité remonte son apparition? La géologie, la pré-

histoire, l'histoire elle-même ne nous apprennent rien de bien positif à ce sujet. Si nous consultons la Bible, nous trouvons un complet désaccord entre les chronologistes; les textes varient sur ce point, et peuvent présenter des lacunes. Il s'ensuit que l'Église tolère toutes les opinions au sujet de l'antiquité de l'homme, et si la science parvenait à fixer une date avec quelque certitude, l'Église n'hésiterait pas à l'adopter.

Sixième problème : *L'Universalité du Déluge.* Toutes les races, excepté la noire, ont gardé un souvenir du déluge conforme au récit de la Bible. Si la géologie ne fournit pas de preuves positives de la réalité de cet événement, elle n'en démontre pas moins la possibilité. Quant à l'extension du déluge, on rencontre quatre opinions. La première, qui défend l'universalité absolue du cataclysme, soulève de grandes difficultés et ne présente pas d'éléments suffisants de probabilité. La seconde, de l'universalité complète successive, est encore plus insoutenable. La troisième, de l'universalité anthropologique, est la plus généralement reçue, parce qu'elle permet de rapporter l'événement à des causes naturelles, et qu'elle évite les difficultés de la première opinion. La quatrième, de la non-universalité anthropologique, est particulièrement chère aux hommes de science, bien que les raisons qui militent en sa faveur ou contre elle ne soient pas très fortes. « Si l'on considère le problème dans ses relations avec le texte biblique et la tradition ecclésiastique, l'universalité anthropologique se présente comme plus probable; si on le considère dans ses relations avec la science, la théorie de la non-universalité ne manque pas d'une certaine probabilité; pour le moment, il n'est pas possible d'établir laquelle des deux est, absolument parlant, la plus probable. »

Telles sont les principales conclusions qu'expose notre Éminentissime auteur, animé d'un esprit de conciliation aussi large que le permettent les droits de la Bible et de la science. On verra par ce trop court résumé quel soin il apporte à définir l'état de la question et à ouvrir la voie pour résoudre le problème avec assurance. Remarquons aussi combien il est opposé à toute solution extrême, si préjudiciable d'ordinaire à la bonne cause. Il pèse avec grand soin la valeur des arguments qu'on allègue en faveur d'un système exagéré, et après l'avoir jugé avec impartialité, il l'abandonne à ses défenseurs, quand il ne lui trouve pas de raison suffisante pour l'adopter. Sur tous les points, il s'applique à sauver la Bible de toute ombre de soupçon; c'est ce qu'on voit par notre résumé. Mais ce qu'on ne verra qu'en lisant

les pages de l'ouvrage, c'est la somme de connaissances recueillies par l'étude approfondie des sources et distribuées avec opportunité dans le cours de l'exposition; c'est cet attrait spécial que l'auteur donne à la discussion, et ce vif intérêt qu'il éveille dans l'âme du lecteur, quand il lui montre la parole révélée s'harmonisant d'une manière merveilleuse avec les récentes découvertes, et quand il lui persuade pratiquement que jamais l'Église catholique n'a enchaîné la liberté des systèmes scientifiques; c'est cet air de triomphe avec lequel, après avoir commenté le texte biblique, il le venge des attaques de ses adversaires et nous le fait voir intact et triomphant au milieu de ses ennemis abattus plus par le vice de leurs propres raisonnements que par les coups de leur noble contradicteur.

Les chapitres concernant le *Darwinisme* et l'*Espèce humaine* méritent tout particulièrement l'attention. Les considérations de l'Éminentissime prélat sur le darwinisme justifient la réputation de sagesse qu'il s'est acquise à si juste titre; et dans le problème de l'espèce humaine, il fait preuve d'une grande clarté dans les idées, d'une étude approfondie et d'une immense érudition.

Au milieu des questions principales se présentent de nombreuses questions secondaires, qui n'ont aucun rapport avec le dogme catholique. Dans plusieurs d'entre elles, l'Éminentissime auteur se rallie, non sans quelque défiance, à des opinions moins généralement adoptées, tout en laissant chacun libre de l'abandonner pour suivre l'opinion communément reçue, nous donnant en cela, par son exemple, la preuve que l'Église laisse la plus grande liberté aux catholiques en matière d'opinions.

Il est juste de reconnaître que la publication de *La Bible et la science* est on ne peut plus opportune, et mérite d'être recommandée à l'attention de tous les penseurs. En lisant cet ouvrage, tous les cœurs droits se réjouiront de voir si complètement renversées les funestes théories que la libre pensée oppose à la tradition et à la vérité catholique.

Que le religieux Cardinal nous permette de lui exprimer en terminant combien la lecture de son livre nous a été agréable, et combien nous en avons profité, nous qui portons un si vif intérêt à l'étude de ces grands problèmes.

JUAN MIR, S. J.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES

ASTRONOMIE

—

Revue de l'année.

Les comètes en 1892 (1). — Trois comètes périodiques étaient attendues en 1892. Vainement rechercha-t-on les deux premières (Brooks 1886 IV, et Tempel). En revanche, la troisième (Winnecke) fut reconnue, le 18 mars, à quelques minutes d'arc seulement de la position que lui assignaient pour cette date les calculs du Dr E. von Haerdtl.

Sept comètes nouvelles furent découvertes pendant le courant de l'année. Toutes demeurèrent visibles jusque vers la fin de décembre, et plusieurs pourraient même être encore observables dans les grands télescopes.

(1) Astronomy and Astro-Physics, February 1893. H. C. Wilson, *The Comets of 1892*, pp. 121-126. — January, February 1893, S. J. Corrigan, *Note on the Probable Origine of Holmes' Comet.* — March, April 1893. Le même, *Some Effects of a Collision between Two Asteroids.* — March 1893, *Holmes' Comet*, photographed by E. E. Barnard. Frontispiece, Plate XVI. — April 1893, Edwin Holmes, *Suggested Origin of Comet Holmes*, p. 370. — *Mr. Denning's Drawings of Holmes' Comet*, p. 371, et Plate XIX, Frontispiece.

Monthly Notices. Vol. 53. February 1893. *The Comets in 1892*, pp. 264-267. — March, Isaac Roberts, *Comet Holmes*, p. 332.

The Observatory. January 1893. W. F. Denning, *Notes on Astronomical Discoveries in 1892*, pp. 49-56. — February. E. E. Barnard, *On the Photographic Discovery of Comet e (Octob. 12, 1892)*, pp. 92-95. — March. W. F. Denning, *Holmes' Comet (1892, III)*, pp. 142-144.

Revue générale des sciences pures et appliquées. 30 janvier 1893. O. Callandreau, *Revue annuelle d'Astronomie*, pp. 44-49.

La photographie revendique une de ces découvertes, la première dont nous lui soyons redevables dans le monde cométaire. Le cliché fut pris à l'observatoire Lick, le 12 octobre, par l'illustre astronome M. Barnard. L'orbite de cette comète est probablement elliptique, et ses éléments, semblables à ceux de la comète de Wolf, font présumer à M. Schulhof que les deux astres pourraient être les débris d'une comète divisée par l'action perturbatrice du gigantesque Jupiter.

La sixième comète de 1892, trouvée, le 6 novembre, par M. Edwin Holmes, astronome amateur à Londres, mérite aussi d'attirer notre attention. M. Berberich, de Berlin, calculant son orbite, obtint des éléments sensiblement identiques à ceux de la comète de Biéla et annonça que le fameux astre voyageur, perdu depuis 1852, était probablement retrouvé. Si la conclusion se vérifiait, la comète, poursuivant sa marche, devait rencontrer la Terre le 21 novembre et produire une abondante averse d'étoiles filantes. Dans le monde astronomique, cette théorie n'obtint pas, en général, beaucoup de créance; mais des journaux américains s'en emparèrent, la transformèrent en l'annonce certaine d'un cataclysme épouvantable, ce qui eut pour effet, paraît-il, d'exciter les plus vives frayeurs parmi les nègres de l'Amérique du Sud.

Quoi qu'il en soit, les observations se multipliant, on put calculer à nouveau l'orbite de la comète, et il se trouva que celle-ci, au lieu de s'approcher de la Terre, s'en éloignait. L'astre nouveau gravite sur une ellipse assez petite qu'elle parcourt en 6, 9 ans et qui, renfermée, en grande partie, dans la région des astéroïdes, a toutefois son aphélie assez voisin de l'orbite de Jupiter.

Bientôt après sa découverte, la comète Holmes parut se développer considérablement en volume et perdre, en même temps, beaucoup de son éclat. Son spectre, différent du spectre cométaire usuel, semble constitué presque exclusivement de lumière solaire réfléchie avec quelques traces à peine des bandes hydro-carbonées. Pour expliquer ces divers détails, M. S.-J. Corrigan imagina que la comète devait son origine à la collision de deux astéroïdes. Mais voici que brusquement, vers la mi-janvier 1893, la comète se montra aussi brillante qu'en novembre. Faut-il supposer une seconde collision d'astéroïdes pour expliquer cette recrudescence de luminosité? Cette hypothèse sort des limites du probable et la théorie de M. Corrigan doit être abandonnée.

Les petites planètes en 1892 (1). — Nous venons de voir la photographie s'introduire dans la recherche des comètes; sa première application à l'étude des astéroïdes est beaucoup plus ancienne. C'est en décembre 1886 que le Dr Isaac Roberts réussit le premier à obtenir l'image photographique d'une petite planète. Sappho, astre de onzième grandeur, traça sur la plaque un petit *trait* nettement distinct des innombrables disques fournis par les étoiles de son voisinage.

Ce premier résultat obtenu, il semble que tous les chercheurs de petites planètes auraient dû se tourner sans retard vers les procédés photographiques. N'était-il pas beaucoup plus simple de prendre quelques clichés des régions zodiacales que d'en construire la carte au prix de nombreuses et très pénibles mesures? — A la vérité, tout appareil de photographie céleste n'était pas approprié à ce genre de recherches. Il n'en reste pas moins assez étonnant qu'il faille attendre jusqu'au mois d'août 1890 pour voir le Dr Max Wolf, de Heidelberg, entreprendre la recherche photographique des astéroïdes suivant un plan régulier. Cet astronome reconnut bientôt la nécessité des objectifs à grande ouverture et à court foyer. En effet, les petites planètes, astres d'un éclat généralement très faible, ne donnent d'image suffisamment brillante qu'au foyer de lentilles de grandes dimensions. Cette image focale doit imprimer sur la plaque sensible le trait révélateur de la présence de l'astéroïde. Mais ce trait s'allonge à mesure que la distance focale augmente; il s'affaiblit d'autant. Tout compte fait, l'éclat de l'image photographique de la petite planète varie en raison inverse du carré de la longueur focale. De telle sorte que l'objectif même de grande ouverture ne peut réussir à photographier les petites planètes qu'à la condition d'être, en même temps, à court foyer. Mais ces exigences ont leur compensation. Y satisfaire élargit le champ de l'appareil et augmente, pour chacun des clichés, les chances de rencontre de nouvelles planètes.

(1) Monthly Notices, Vol. 53. February 1893. *The Minor Planets in 1892.*

Astronomy and Astro-Physics. February 1893. Dr Max Wolf, *Photographing Minor Planets*, pp. 109-112.

Comptes rendus (Académie des sciences), t. CXV, 17 octobre 1892. M. Perrotin, *Observations de trois nouvelles petites planètes découvertes à l'Observatoire de Nice, au moyen de la Photographie*, par M. Charlois, pp. 550-552. — T. CXVI, 9 janvier 1893. M. Perrotin, *Sur les petites planètes découvertes à l'Observatoire de Nice par M. Charlois*, pp. 38-41.

Revue générale des sciences pures et appl., 30 janvier 1893. O. Callandreau, *loc. cit.*

The Observatory, April 1893. *Minor Planets*, p. 183.

La lentille dont se sert M. Wolf ne réalise qu'imparfaitement ces conditions : elle n'a que 13 centimètres d'ouverture, et le mouvement d'horlogerie qui la conduit est si peu régulier qu'il exige une surveillance ininterrompue. C'est avec ce modeste instrument que l'habile directeur de l'Observatoire de Heidelberg découvrit, le 22 décembre 1891, le premier *nouvel* astéroïde dû à la photographie (1). Depuis cette date jusqu'au 25 avril 1892, il obtint 125 positions de 58 planètes différentes, dont 17 nouvelles. Le nombre total de ses découvertes d'astéroïdes en 1892 s'élève à 13.

M. Charlois, de l'Observatoire de Nice, déjà célèbre par le succès avec lequel il avait employé les méthodes oculaires (24 découvertes avant 1892 ; 2 dans les premiers mois de 1892), s'est récemment engagé sur les traces de M. Wolf. Au moyen d'un objectif à portraits de 15 centimètres d'ouverture, et de 80 centimètres de longueur focale, il a pris, du 19 septembre passé au 14 décembre, 28 clichés distincts, et y relève 31 planètes. Onze de ces astres étaient nouveaux. Ajoutés aux deux autres qui viennent d'être mentionnés, ils élèvent à 13 le nombre des petites planètes découvertes par M. Charlois pendant l'année 1892.

Et s'il nous était permis de jeter, en passant, un coup d'œil sur les résultats déjà obtenus cette année, nous verrions que 1893 promet une moisson abondante dans le champ qui nous occupe : le bilan des trois premiers mois s'est clôturé avec 24 astéroïdes : 10 d'entre eux sont dus à M. Charlois et 2 seulement à M. Wolf (2).

Les clichés de Nice représentent chacun un carré de 11° de côté environ. Une durée de pose variant suivant les circonstances de deux heures et demie à trois heures fournit toutes les étoiles visibles dans une lunette de 38 centimètres d'ouverture. Plusieurs de ces clichés contiennent de 8000 à 9000 étoiles. La revision d'un cliché semblable demande un examen de deux heures tout au plus, et qui peut être fait à loisir. Avec l'observation directe, il ne fallait pas moins de seize soirées de cinq heures chacune d'un travail pénible et moins sûr, pour étudier une région d'une étendue équivalente. En somme, trois heures

(1) Astron. and Astro-Ph., February 1893. Wolf, *loc. cit.* — Ciel et Terre, 1er février 1892. W. Prinz, *Découverte de deux petites planètes par la Photographie*, pp. 545-546. Voir aussi cette même revue, 1887. W. Prins, *La Photographie astronomique par les petits appareils.*

(2) Astron. Nachr., n° 3157. — Nature, London. Vol. 47. April 1893, p. 547.

de beau ciel suffisent aujourd'hui pour une opération qui en exigeait autrefois quatre-vingts.

Nous allons donc voir la liste des petites planètes déjà si considérable — 351 à la fin de 1892 (1) — augmenter rapidement. Toutefois, après s'être rapidement succédé, les découvertes ne tarderont pas à diminuer et, de l'avis de M. Perrotin, bien avant que le nombre des astéroïdes maintenant connus ne soit doublé, il sera devenu difficile de trouver une planète de 12e ou de 13e grandeur. Une étude comparée des grandeurs et des distances au Soleil correspondantes permettra de pressentir l'approche de cette limite.

Mais ces astéroïdes si nombreux, il ne sera pas nécessaire de les observer d'une façon aussi régulière que par le passé. Retrouver une planète perdue ne sera plus à l'avenir un problème bien difficile. La tâche des observateurs est désormais considérablement allégée. Toutefois la grosse difficulté de la question des petites planètes subsiste : le calcul des éléments des orbites, la considération des perturbations les plus importantes s'imposent toujours.

Étude de l'atmosphère du Soleil. — Facules et magnétisme terrestre (2). — Nous ne pouvons omettre de mentionner au moins en deux mots les admirables perfectionnements apportés par M. Hale à la spectrophotographie du Soleil. Nous les avons décrits en détail dans la livraison d'octobre de cette *Revue*. Rappelons seulement que le *Spectrohéliographe* de Hale photographie en une fois le disque solaire avec les taches et les facules, et la chromosphère avec les protubérances de tout le pourtour. L'étude des documents si précis et si complets fournis par cet instrument a permis à M. Hale d'apporter de nouveaux éléments dans une discussion qui passionne aujourd'hui le monde astronomique : nous entendons parler des rapports supposés entre les troubles solaires et les orages magnétiques terrestres. La conclusion du savant américain, de même que les calculs théoriques de lord Kelvin (sir W. Thomson), ne sont

(1) The Observatory, *loc. cit.*

(2) Revue des quest. scient., octobre 1892. *La Photographie des protubérances solaires*, pp. 481 et suiv.

Comptes rendus, Paris, 6 février 1813, t. CXVI. G. E. Hale, *La Probabilité de la coïncidence entre les phénomènes terrestres et solaires*, pp. 240-243.

Nature, London. Vol. 47. 1 December 1892. *The Anniversary of the Royal Society*. Discours de lord Kelvin, président, pp. 107-110.

Revue des quest. scient., avril 1892, pp. 678 680.

aucunement favorables à la loi dans laquelle M. Marchand affirmait d'une façon très précise la corrélation de ces deux ordres de phénomènes. Nous aurons à revenir sur ce sujet.

Le cinquième satellite de Jupiter. — A part les transformations de la comète de Holmes, indiquées tout à l'heure, nous n'avons signalé jusqu'ici aucun *fait astronomique* particulièrement intéressant. L'apparition de nouvelles comètes de faible éclat, la reconnaissance d'astéroïdes minuscules rentrent dans la classe des événements ordinaires en astronomie, et le perfectionnement même des méthodes de recherche tend à diminuer encore l'importance de chacun de ces résultats *considérés isolément.*

Mais 1892 a vu des faits plus marquants. Les lecteurs de la *Revue* ont été informés sans retard de l'apparition d'une étoile nouvelle dans la constellation du Cocher et de la découverte d'un cinquième satellite de Jupiter (1).

Il y aurait peu de chose à ajouter aujourd'hui à l'histoire du satellite telle qu'elle a été retracée alors, c'est-à-dire moins de deux mois après la découverte. Peut-être des observations très précises parviendront-elles à saisir dans sa marche quelques légères perturbations propres à faire le thème de hautes spéculations de Mécanique céleste. Mais quant à l'étude de la constitution physique de la nouvelle lune jovienne, nos instruments même les plus puissants ne la feront guère avancer d'ici longtemps. Et que nous révéleraient-ils d'ailleurs? Nous n'avons là, selon toute apparence, qu'un globe minuscule, circulant avec une froide monotonie autour de la planète géante et tout aussi mort que notre propre Lune.

Nouvelle Étoile du Cocher (2).

La *Nova Aurigae (T* Cocher), au contraire, nous a offert et nous offre sans doute, encore aujourd'hui, le spectacle d'une vie intense, d'un monde, beaucoup disent même de plusieurs mondes en ébullition, s'allumant tout à coup dans les profondeurs de

(1) Revue des quest. scient., avril 1892, J.-D. L., *Une Nouvelle étoile temporaire,* pp. 670-676; — octobre 1892, V. S., *Le Nouveau satellite de Jupiter* pp. 633-636.

(2) *T* Cocher : tel est le nom qui a été décerné à la nouvelle étoile. Sa réapparition d'août tend à faire croire qu'elle va prendre rang parmi les étoiles variables.

l'espace (1), atteignant rapidement un maximum assez élevé (4e, 4 grandeur photographique) (2), soumise ensuite à d'étranges fluctuations d'éclat, puis à un déclin régulier qui, en un mois, de la grandeur 5,5, la fait descendre à la 14e, et plus tard en dessous de la 16e (fin avril), reparaissant enfin, après environ trois mois d'extinction, avec l'éclat d'une étoile de 9e ou de 10e grandeur, et conservant cet éclat, presque sans variation, jusqu'au 5 décembre et peut-être même jusqu'aujourd'hui. Et encore toutes ces vicissitudes de clarté ne sont-elles rien auprès des énigmes que le spectroscope nous a montrées en la *Nova*. L'extrême complication de son spectre, non moins que le changement extraordinaire qui y fut constaté après la réapparition

Voici la liste des principales étoiles temporaires :

134 av. J.-C.	.	dans le Scorpion	Hipparque.
1572 ap. J.-C.	.	dans Cassiopée	Tycho-Brahé.
1604 „	.	dans le Serpentaire	Képler.
1670 „	.	dans le Cygne	Anthelm.
1848, avril 28	.	dans le Serpentaire	Hind.
1860, mai 21	.	dans le Scorpion	Auwers.
1866, mai 12	.	dans la Couronne boréale . .	Birmingham.
1876, nov. 24	.	dans le Cygne	Schmidt.
1885, août 31	.	dans la nébul. d'Andromède .	Hartwig.

Cf. Journ. of the British Astron. Associat. Vol. 3, n° 2. January 1893. W. Monck. *The New Stars of the Nineteenth Century*, pp. 86-89.

Il est étrange que, de 1670 à 1848, c'est-à-dire en 178 années, on n'ait découvert aucune étoile temporaire, tandis que l'on en a signalé 6 dans ces 50 dernières années.

Autre fait digne de remarque : les étoiles nouvelles se sont toutes montrées dans la Voie lactée ou à ses abords. Un certain nombre d'observateurs se sont partagé la tâche de surveiller cette immense traînée d'amas d'étoiles et de " mondes au berceau ".

(1) Les mesures des coordonnées de la *Nova*, exécutées par M. Burnham et M. Barnard, à Lick Observatory, à 6 mois de distance, ne révèlent pas la moindre parallaxe sensible; ce qui revient à dire que la lumière met environ *150 ans ou plus* à nous venir des régions où s'est accompli le drame qui a donné naissance à la nouvelle étoile !

(2) L'observation oculaire et la mesure des disques stellaires sur les plaques photographiques ne conduisent pas toujours aux mêmes résultats relativement à la grandeur apparente des étoiles. On ne s'en étonnera point, pour peu que l'on considère que les rayons les plus efficaces au point de vue photographique ne sont pas ceux auxquels l'œil est le plus sensible. Une étoile dont la lumière, analysée au spectroscope, est riche surtout en rayons rouges, jaunes et verts, pourra paraître très brillante et toutefois n'impressionner que faiblement les plaques photographiques, tandis qu'une autre étoile de beaucoup inférieure en éclat à la première, mais riche en radiations bleues et violettes, sera représentée sur la même plaque par un disque considérable. Monthly Notices. Vol. 53. February 1893. W. S. *Nova Aurigae*, p. 270.

de la mi-août, n'ont pas fini d'exercer la sagacité des savants les plus en renom. Certes, la question de la naissance et de la transformation des mondes n'est pas une question vidée; c'est un abîme ténébreux sur lequel la *Nova Aurigae* a jeté comme la lumière d'un éclair fugitif. Mille énigmes nouvelles se dressent devant la science, et qui sait quand l'accord se fera sur les solutions multiples qui ont été proposées ?

Nous voudrions esquisser ici ces solutions, celles du moins qui ont surgi depuis notre première notice. Mais il nous faut tout d'abord compléter, d'après les dernières publications, l'exposé des phénomènes de la première apparition et rapporter les faits récemment observés (1).

Première apparition. — **Variations d'éclat.** — L'embrasement de la *Nova* fut beaucoup plus rapide qu'on ne l'avait cru sur la foi des premières nouvelles. Au lieu de mettre une dizaine de jours à passer de la 7e grandeur à la 5e (2), l'éclat de la nouvelle étoile gagna 6 grandeurs au moins en deux jours. En effet, les plaques de M. Max Wolf en sont témoins (3) : le 8 décembre, la *Nova* n'avait pas atteint la 11e grandeur, tandis que le 10 elle était de la grandeur 5, 4, d'après les négatifs de Harvard College (Cambridge, États-Unis). Ces derniers documents signalent en outre un premier maximum de lumière aux environs du 20 décembre; l'image photographique de *T* Cocher était celle d'une étoile de 4e, 4 grandeur ($4^{M},4$). Elle atteint un second

(1) Nous étions occupé à la préparation de cette notice, destinée primitivement à la livraison de janvier, lorsque nous reçûmes de notre savant confrère le P. A. L. Cortie, S. J., membre de la Société royale astronomique de Londres (F. R. A. S.) et ancien assistant du regretté P. Perry, l'article très intéressant et très riche en informations qu'il vient de publier dans The Month (Jan. 1893) sur la *Nova Aurigae*. Ce travail nous a été extrêmement utile. Nous y avons largement puisé. Plus d'un détail sans lui nous eût peut-être échappé. Nous lui devons notamment l'exposé de la théorie remarquable appliquée par le P. Sidgreaves, S. J., F. R. A. S., directeur de l'Observatoire de Stonyhurst, aux phénomènes présentés par la *Nova*.

(2) Telle était la conclusion que le professeur Pickering avait cru tirer de la mesure de ses négatifs (Astron. Nachr., n° 3079). Bien plus, son télégramme adressé à l'Observatoire de Kiel, peu après l'annonce de la découverte du Rev. Anderson, déclarait la *Nova* visible, quoique faiblement, sur une plaque du 1er décembre 1891 (Nature, London, t. 45, February 1892, *On the New Star in Auriga*, p. 344).

(3) Publications of the Astron. Soc. of the Pacific. Vol. IV, n° 26. November 1892. *Visual Magnitudes of* Nova Aurigae *made at Mt. Hamilton*, pp. 225-231.

maximum dans la nuit du 3 février. Sa valeur photographique est évaluée à $3^{M},5$ (1). Les méthodes visuelle et photométrique reconnurent aussi un maximum à la même date, mais lui assignèrent une valeur moindre, $4^{M},4$ et $4^{M},82$ respectivement (2). Cette divergence des résultats photographique et oculaire montre que la lumière de la *Nova* était, lors de sa première apparition, remarquablement riche en rayons violets. Nous verrons plus loin que — chose étrange — les radiations à ondes courtes ne conservèrent pas cette prépondérance à la réapparition.

Le spectre. — Passons aux données spectroscopiques. Nos lecteurs se rappelleront que, dans son ensemble, le spectre de la *Nova* se composait d'un fond continu coupé de bandes d'absorption et de bandes brillantes. De magnifiques photographies, exécutées à Stonyhurst par le R. P. Sidgreaves, S. J., ont révélé dans l'intervalle des raies D et H (du jaune au violet) environ 60 bandes nettement marquées. Soumises ensuite à un soigneux examen microscopique par le R. P. Cortie et le Fr. Mac Keon, ces bandes se sont résolues en plus de 200 raies (3). Les observations de M. et Mme Huggins (4), du professeur Young (5) et de vingt autres spectroscopistes montrent que les régions rouge et ultra-violette n'étaient pas moins chargées.

Quelle est la nature de ces raies? (6) — Nous avons déjà vu

(1) Monthly Notices, Vol. 52, March 1892. W. M. H. Christie, *On the Photographic Magnitude of* Nova Aurigae, *as determined at the Royal Observatory, Greenwich*, pp. 357-366.

(2) Monthly Notices, Vol. 52, April 1892. E. J. Stone, *Estimations of Magnitude of* Nova Aurigae, *made at the Radcliffe Observatory, Oxford*, pp. 430-432. — March 1892. Prof. C. Pritchard, *Preliminary Note on the Magnitude of the New Star in* Auriga, pp. 366-367. Mesures au photomètre cunéiforme.

(3) The Month, *loc. cit.* — Astronomy and Astro-Physics, August 1892. Walter Sidgreaves, *Nova Aurigae*, pp. 604-607. — Memoirs of the Royal Astron. Soc., Vol. 51. Rev. W. Sidgreaves, S. J., *Spectrum of* Nova Aurigae, pp. 29-43. Plate 2.

(4) Proceedings of the Royal Society. Vol. 51. Ce travail a été reproduit par Astron. and Astro-Ph., August 1892, pp. 571-581, deux planches. Une traduction en a été publiée par le Bulletin Astronomique, novembre 1892, t. IX, pp. 467-480.

(5) Astronomical Journal, n° 258. — Astron. and Astro-Ph., April 1892.

(6) Rappelons ici un phénomène fondamental en spectroscopie astronomique. De même que, pour un observateur en repos, le mouvement d'une source sonore (sifflet de locomotive, par exemple) élève la note émise si la source sonore s'approche, et l'abaisse si la source s'éloigne, de même le mouvement d'une source lumineuse élève ou abaisse dans la gamme des couleurs

dans notre notice d'avril que M. Vogel n'admettait pas que les raies nébulaires ni les raies hydrocarbonées, caractéristiques des comètes, fussent présentes dans le spectre de la *Nova*. Ce résultat a été confirmé par les travaux de M. et Mme Huggins, etc.

les radiations émises. La composante du mouvement, prise suivant le rayon visuel, peut se mesurer si le spectre de la source renferme des raies brillantes ou obscures de nature connue. — Supposons maintenant que toutes les parties de la source lumineuse ne se meuvent pas avec la même vitesse. Ce serait le cas, par exemple, dans un jet de gaz incandescent jaillissant d'un orifice qui peut lui-même être en mouvement. Les portions du jet se meuvent avec des vitesses d'autant moins considérables qu'elles sont plus éloignées de l'orifice. Dans ces conditions, le spectre du gaz aura ses raies déplacées et, en même temps, plus ou moins élargies suivant que l'écart des vitesses extrêmes des différentes portions du jet sera plus ou moins considérable.

La possibilité du déplacement des raies a cette conséquence, que toute mesure de longueur d'onde dans un spectre d'étoile suppose essentiellement la détermination préliminaire d'un point de repère ; cette détermination peut être spécialement difficile dans le cas de raies élargies. On procède à la détermination du point de repère en comparant au spectre à l'étude un spectre connu convenablement choisi ; celui de l'hydrogène conviendra souvent. Imaginons, pour simplifier, que les deux spectres soient fournis par des réseaux. Ils sont donc à l'échelle normale, c'est-à-dire que l'intervalle qui sépare deux raies quelconques est proportionnel à la différence des longueurs d'onde de ces raies. En outre, le mouvement de la substance lumineuse affecte également toutes les parties de son spectre ; il le fait glisser tout d'une pièce dans un sens ou dans l'autre, suivant le cas. Conséquemment, les différences de longueurs d'onde des raies déplacées ou, ce qui est la même chose, les écarts respectifs de ces mêmes raies dans un spectre normal ne sont modifiées en aucune façon.

Dans ces conditions, deux méthodes se présentent à nous. Une première, très naturelle, consiste dans la comparaison directe, dans le spectroscope, du spectre de l'astre et du spectre hydrogénique artificiel. On fera glisser le spectre de comparaison le long du spectre étudié; si l'on rencontre un système de raies d'apparence générale semblable à celle du système des raies hydrogéniques et tel que ses raies, pour une position donnée du spectre de comparaison, se trouvent dans le prolongement des raies hydrogéniques, on aura déterminé un système de points de repère auxquels on peut rapporter toutes les mesures. Ce fut la méthode de MM. Huggins, Vogel et Young. Elle a un point délicat : la largeur des raies peut laisser subsister un certain doute sur la position exacte du point de repère ; aussi les déterminations de ces trois astronomes diffèrent-elles légèrement les unes des autres. — Dans une seconde méthode, on mesure les différences de longueur d'onde qui séparent entre elles les parties similaires des différentes raies, de celles par exemple qui semblent appartenir à l'hydrogène ; on compare les résultats aux vraies différences de longueur d'onde relatives aux raies de l'hydrogène ; ces différences vraies sont connues avec une très grande précision. Le P. Sidgreaves employa cette seconde méthode et trouva que le point de repère ne pouvait être placé

Mais si l'étoile du Cocher ne montrait aucune analogie spectrale avec les comètes ou les nébuleuses, elle en avait une très frappante avec la chromosphère solaire. On a retrouvé dans ses raies la série des lignes hydrogéniques aussi complète que la montrent les protubérances d'après les observations récentes de MM. Hale et Deslandres (1). La raie D_3 de l'hélium, les deux raies sodiques et un nombre considérable d'autres raies chromosphériques y sont aussi (2). Plus généralement, les régions riches et pauvres en lignes spectrales sont les mêmes dans la *Nova* et dans l'atmosphère du Soleil ; en outre, un des caractères spectraux les plus marqués de l'étoile nouvelle consistait dans ce fait que beaucoup de raies brillantes et, notamment, toutes les raies hydrogéniques, étaient suivies immédiatement, doublées, pour ainsi dire, d'une raie obscure : or cette duplication spectrale s'observe de même dans la chromosphère ; enfin, dans les spectres des orages protubérantiels et des taches, apparaissent souvent des raies brillantes sur des bandes obscures et, inversement, des raies obscures sur des bandes brillantes, phénomènes que nous avions déjà signalés dans notre première notice de la *Nova* (3).

Deuxième apparition. — **Éclat.** — Vers la fin d'avril, nous l'avons dit, l'étoile du Cocher était devenue extrêmement faible. Elle disparut. On la croyait perdue sans retour, lorsque, le 17 août, MM. Campbell, Holden et Schaeberle, astronomes de l'Observatoire Lick, la retrouvèrent brillant comme une étoile de $10^{m},5$ (4). Deux jours plus tard, M. H. Corder fit la même

qu'aux points de séparation des raies doubles brillantes et obscures, qui se trouvaient en grand nombre dans le spectre de la *Nova* (cf. infra), par exemple au point de séparation des deux raies F brillante et obscure (The Month. *loc. cit.*, pp. 98, 99). — La comparaison avec 11 raies chromosphériques, parmi lesquelles b_4, *F*, *f*, *G'*, *h*, *H*, montre que ce point de repère est préférable à celui de Vogel et Huggins, et à celui de Young (Mem. Roy. Astron. Soc., Vol. 51, *loc. cit.*, p. 34 et table II, p. 43.)

(1) Revue des quest. scient., octobre 1892. *La Photographie des protubérances solaires*, pp. 495-497.

(2) The Month, *loc. cit.*, pp. 89, 90. — The Observatory, n° 189, p. 236. — Monthly Notices. Vol. 53. February 1893. W. S. *The Spectrum and Spectroscopic History of* Nova Aurigae, pp. 270-272.

(3) Revue des quest. scient., avril 1892, pp. 670-675.

(4) Astron. and Astro-Ph., October 1892, W. W. Campbell, *Recent Observations of* Nova Aurigae, pp. 715-720, 1 pl. — Public. of the Astron. Soc. of the Pacific. Vol. 4. November 1892. Professor W. W. Campbell, *The Spectrum of* Nova Aurigae, pp. 231-248. C'est un tableau d'ensemble de toutes ses recherches antérieures sur la *Nova*. — English Mechanik and World of

découverte en Angleterre, et la nouvelle en ayant été communiquée aux observatoires d'Europe (1), on se remit à l'étude de la *Nova* réapparue. Les mesures oculaires s'accordent, en général, à lui attribuer un éclat oscillant entre $9^{M},5$ et $10^{M},0$ depuis les jours qui suivirent sa réapparition jusqu'en novembre (2); elle semble avoir gagné un peu fin novembre (3). M. Campbell et M. Barnard, de l'Observatoire Lick, font observer ici que l'estime de la grandeur apparente de l'étoile revivifiée dépend dans de certaines limites de la mise au point, de la puissance du télescope et du grossissement employés (4). D'après M. Fowler, la *Nova* était, fin février, de la 9^{M} et, par conséquent, observable dans les instruments relativement petits (5).

La relation entre les grandeurs visuelle et photographique est actuellement l'inverse de ce qu'elle s'est montrée pendant l'hiver passé. Aujourd'hui les négatifs de Greenwich attribuent à *T* Cocher une valeur lumineuse inférieure de 3 unités au résultat des mesures oculaires (6).

Autre fait curieux : les observations visuelles et photographiques de la première apparition n'avaient fait reconnaître aucune trace de nébulosité autour de la *Nova,* et voici que M. Barnard témoigne que, depuis sa réapparition, *T* Cocher a constamment l'apparence très nette d'une nébuleuse planétaire (7). De leur côté, les astronomes anglais, M. Newall (Cambridge; 25 pouces) et M. Roberts (photographie), se refusent à

SCIENCE. Vol. 56. January 13, 1893. *The Progress of Astronomy in 1892:* assigne à la *Nova* la grandeur $9^{M},2$ pour le 2, et la grandeur $10^{M},5$ pour le 10 août 1892. Nous n'avons pas trouvé ailleurs la mention de ces deux observations.

(1) NATURE, London. Vol. 46, pp. 400 et 476.

(2) NATURE, London. Vol. 46, *passim.* — ASTRON. NACHR., nos 3114 et suiv. — MONTHLY NOTICES. Vol. 53. November 1892. E. J. Stone, *Estimations of Magnit. of* Nova Aurigae, *Radcliffe Observ., Oxford,* p. 33.

(3) THE OBSERVATORY, January 1893. W. H. M. Christie, pp. 37 39.

(4) ASTRON. AND ASTRO-PH., November 1892. W. W. Campbell, *Recent Observations of* Nova Aurigae, p. 821. — ASTRON. NACHR., n° 3143. La remarque des astronomes de Lick Observatory ne paraît pas expliquer complètement comment, à Greenwich, la *Nova* a pu paraître invisible dans un 10 pouces, du 7 au 25 octobre (THE OBSERVATORY, January, *loc. cit.),* alors que la série des observations très soignées de Radcliffe Observatory ne l'indique jamais du 8 septembre au 29 octobre comme inférieure à la 10^{M}. (MONTHLY NOTICES, *loc. cit.)*

(5) NATURE, London. Vol. 47. February 23, 1893, p. 399.

(6) THE OBSERVATORY. January 1893, *loc. cit.*

(7) MONTHLY NOTICES. Vol. 53. November 1892. E. E. Barnard, *Nova Aurigae,* p. 35. — ASTRON. NACHR., n° 3143.

admettre l'exactitude de cette observation (1). Dès l'abord, M. Newall avait remarqué que la *Nova* n'était pas au point en même temps que les étoiles de son voisinage ; — la composition actuelle de son spectre explique ce phénomène. Partant de là, cet astronome avait trouvé une explication assez plausible, semblait-il, de l'apparence nébulaire de la *Nova* dans le 36 pouces de Mount Hamilton. Mais M. Barnard maintient la valeur de son observation vérifiée à diverses reprises. La *Nova*, dit-il, apparaît comme une faible lueur, d'environ une demi-minute de diamètre. Il est difficile d'admettre que l'aberration chromatique puisse donner à une étoile un pareil aspect. Ajoutons que M. Renz, à Pulkowa, trouve aussi une apparence nébuleuse à l'étoile nouvelle. M. Max Wolf la photographia les 25 et 30 septembre. Mais l'image de la *Nova* s'étendant sur les clichés au delà des limites assignées par M. Barnard à la nébulosité environnante, ces essais ne peuvent éclairer le débat. Tout au plus peut-on observer que du disque stellaire *semblent* diverger comme des appendices nébuleux (2). Au contraire, les dernières plaques du Dr Isaac Roberts (3 octobre et 25 décembre) sont très démonstratives et témoignent catégoriquement contre toute apparence nébulaire. La *Nova* y est représentée par un disque aussi parfaitement défini que celui des autres étoiles environnantes; ce disque est de 21 secondes sur la première plaque, de 13 secondes sur la deuxième, et l'erreur de ces mesures est inférieure à 3 secondes (3).

La discussion engagée entre MM. Newall et Barnard a été l'occasion d'une étude détaillée de la courbe chromatique du 36 pouces de Lick, et, parmi les détails intéressants qu'elle fit reconnaître et qu'elle expliqua, il faut noter celui-ci, qu'une petite nébuleuse, comme serait la *Nova*, d'après M. Barnard, apparaîtra, en général, relativement plus brillante dans un petit télescope que dans un grand (4).

(1) Nature, London. Vol. 46, p. 489, et Vol. 47, p. 7. — The Month, *loc. cit.*, p. 103. — Monthly Notices. Vol. 53. January 1893. Dr Isaac Roberts, *Nova Aurigae*, pp. 123-124. — Astronomy and Astro-Physics, March 1893, *Astrophysical — Notes.* Aucune des 11 photographies de la *Nova* prises par cet astronome ne révèle la moindre trace de nébulosité.

(2) Astronomy and Astro-Physics, n° 112, February 1893. *Astrophysical Notes : Recent Observations of* Nova Aurigae, p. 174.

(3) Astronomy and Astro-Physics, n° 113, March 1893. *Astrophysical Notes : Nova Aurigae.*

(4) Astronomy and Astro-Physics, February 1893. *Loc. cit.*, p. 174.

Le spectre. — Les trois observations de Lick, citées il n'y a qu'un instant, trouvèrent à la *Nova*, le 17 août 1892, un spectre continu faible, coupé de trois raies brillantes, dont la principale était dans le vert. Un spectroscope plus puissant permit les jours suivants d'en reconnaître davantage ; on crut même pouvoir dire qu'on était en présence d'un grand nombre de raies brillantes, mais trop faibles la plupart pour se prêter à des mesures précises (1).

M. Campbell estime que 11 des raies de l'étoile réapparue sont d'origine nébulaire. MM. Copeland et Lohse, travaillant avec le 15 pouces de Dun-Echt, confirment ce résultat pour les deux raies les plus brillantes (2). Enfin M. E. von Gothard, à Herény (Hongrie), comparant ses photographies du spectre de l'étoile du Cocher avec celles de la nébuleuse annulaire de la Lyre, leur trouve une grande ressemblance (3). — Néanmoins, s'autorisant de l'extrême difficulté que présente la mesure précise des raies d'une étoile de 10e grandeur, de l'absence de raies nébulaires dans le spectre primitif, et enfin de la ressemblance générale de ce spectre et de celui qui lui a succédé (M. et Mme Huggins, M. Newall), le R. P. Cortie ne pense pas devoir se départir d'un reste de scepticisme au sujet des résultats que nous venons d'indiquer (4). Tout récemment, d'ailleurs (février 7, 8, 10), dans une étude plus attentive des raies soi-disant nébuleuses, M. Huggins s'est convaincu, à n'en pouvoir douter, de l'inexactitude de l'interprétation généralement admise. La bande située près de λ 5000 n'a, dit-il, en aucune façon l'apparence cannelée. Elle se résout en un groupe de raies assez étendu. Entre ce large groupe de raies et la raie étroite, nettement définie, qui est la principale de la nébuleuse d'Orion, existe un contraste tel qu'on n'en trouve point de plus frappant au spectroscope (5).

M. Campbell annonce aussi que, dans le nouveau spectre, les

(1) Astron. and Astro-Ph., October 1892. W. W. Campbell, *Recent Observations of* Nova Aurigae, pp. 715-720.

(2) Nature, London. Vol. 46, p. 465.

(3) The Observatory, January 1893, p. 33. — Monthly Notices. Vol. 53, December 1892, pp. 55-57. — Astron. and Astro-Ph., January 1893, E. v. Gothard, *Photographic Spectra of Planetary Nebulae and of the New Star*, pp. 51-57, 1 planche. — Nature, London. Vol. 47, p. 352. — Memorie della Societa degli Spectroscopisti Italiani. Décembre 1892.

(4) The Month. January 1893, *loc. cit.*, pp. 103, 104.

(5) Astron. Nachr., n° 3153. — Nature, London. Vol. 47. March 2, 1893. *Nova Aurigae*, p. 425. — Astron. and Astro-Ph., April 1893. W. Huggins, *Note on the Spectrum of* Nova Aurigae, p. 349.

raies brillantes ne sont pas déplacées vers le violet, mais vers le rouge. Le mouvement d'éloignement manifesté par ce déplacement se serait d'abord accentué pour commencer à décroître aux environs de la mi-septembre (1).

Théories. — Nos lecteurs se rappellent celle de M. Lockyer : deux essaims de météores se rencontrant à un point d'intersection de leurs trajectoires, à un " passage à niveau " (level crossing), auraient produit l'étoile nouvelle (2). — On oppose à cette interprétation l'absence des raies hydrocarbonées et magnésiques toujours présentes dans le spectre des météorites.

Pour M. Seeliger (3), l'étoile du Cocher est un météore énorme qui s'enflamme en pénétrant dans un nuage cosmique, de même que les aérolithes s'illuminent en traversant les couches même les moins denses de notre atmosphère. L'hypothèse de la rencontre du météore et du nuage, ajoute l'auteur, ne paraît pas bien hasardée après que la photographie céleste nous a montré le firmament tout couvert d'amas nébuleux plus ou moins considérables. Or, qu'un bolide gigantesque se précipite dans un de ces amas, les particules du nuage violemment attirées se porteront à sa rencontre, s'échaufferont au contact de la surface vivement incandescente du bolide et, mêlées à ses produits de vaporisation, se sépareront de lui avec des vitesses rapidement décroissantes. C'est ainsi que se forment les traînées de nos bolides. Dirigé vers cette étoile-bolide, le spectroscope nous donnera évidemment un spectre continu fourni par la surface incandescente, des bandes d'absorption dues aux vapeurs enveloppant cette surface, et des bandes brillantes très larges attribuables au mélange de vapeurs et de matière cosmique volatilisée qui abandonne le bolide et dont les diverses parties sont animées de vitesses extrêmement différentes. Ces phénomènes subsisteront dans leur ensemble aussi longtemps que le corps se trouvera dans le nuage. Les légères fluctuations d'éclat s'expliqueront, comme celles des bolides, par des variations correspondantes dans la densité du milieu traversé; l'extinction,

(1) Astron. and Astro-Ph., October, November, *Recent Observations*, etc. *locis citatis*. — December, *The Motion of* Nova Aurigae, p. 881.

(2) Cette Revue, avril 1892, *loc. cit.* — Nineteenth Century. Vol. 31. March 1893. J. N. Lockyer, *New Stars*, pp. 341-351.

(3) Astron. and Astro-Ph., n° 3118; reproduit en traduction dans Nature, London. Vol. 47, pp. 137-140, et dans Astron. and Astro-Ph., December pp. 904-917.

par la sortie du corps hors du nuage cosmique; et la réapparition, par la rencontre d'un nouveau nuage semblable. — Évidemment, M. Seeliger peut faire valoir en faveur de sa théorie l'observation faite par M. Barnard d'une nébulosité enveloppant *T'* Cocher depuis sa réapparition.

Cette seconde hypothèse, très ingénieuse, a dû elle aussi payer son tribut à la critique. On a considéré que les vitesses radiales relatives du bolide (raies d'absorption) et des vapeurs (raies brillantes) étaient de 880 kilomètres; la vitesse radiale du corps solide par rapport à la Terre était de + 350 ou de + 480 kilomètres; restent donc, dans le cas le plus favorable, 400 kilomètres de vitesse radiale pour les *vapeurs détachées du corps.* Cette énorme vitesse se comprend-elle dans l'hypothèse de M. Seeliger? *Astronomy and Astro-Physics* se le demande... — En outre, d'après cette même hypothèse, le frottement du bolide contre le nuage cosmique a produit l'énorme quantité de chaleur qui l'a rendu lumineux. Mais cela n'aurait pu se faire qu'aux dépens de sa vitesse de translation. Cette vitesse aurait dû aller en diminuant, comme celle des météorites qui s'enflamment dans notre atmosphère. Or, vu les données spectroscopiques, pendant *six semaines,* la vitesse du prétendu bolide, toujours lumineux grâce au frottement, n'aurait pas dû varier. — Puis encore, d'où viennent, d'après M. Seeliger, ces renversements si caractéristiques dans le spectre de la *Nova*, ces raies noires divisant les bandes brillantes et ces raies brillantes divisant les bandes noires? Sa théorie n'en dit rien. — Et enfin, pourquoi, dans la nouvelle apparition de *T* Cocher, les raies brillantes sont-elles déplacées vers le violet, à l'inverse de ce que l'on a observé jusqu'à la fin de mars? Recourra-t-on à un mouvement orbital autour d'un corps sombre caché au milieu du nuage cosmique? L'hypothèse de M. Seeliger y perdrait beaucoup en simplicité, et c'était là, semble-t-il, une de ses principales qualités... (1).

On ne s'est guère arrêté à la supposition que la *Nova* fût le produit de la collision de deux corps solides, de deux soleils éteints. Les masses qu'il eût fallu mettre en jeu pour produire des effets sensibles étaient trop considérables, et leur rencontre eût formé une étoile plus durable. Ces difficultés suffisaient à écarter cette hypothèse. Mais on se rappelait la théorie mise en

(1) Astron. and Astro-Ph., December. *Professor Seeliger's Explanation of* Nova Aurigae, pp. 929, 930.

avant par Klinkerfues et développée récemment par Wilsing. M. Huggins l'embrassa et la perfectionna. En voici les principaux traits : Supposons deux corps célestes voyageant à travers l'espace avec des vitesses énormes. Viennent-ils à passer à proximité l'un de l'autre, il se produira dans les matériaux gazeux qui les composent des bouleversements considérables analogues aux marées, et, en même temps, des variations de pression si énormes qu'elles pourront être capables d'amener de gigantesques éruptions des couches plus chaudes renfermées à l'intérieur des deux globes. Ces éruptions seraient semblables à celles de la chromosphère solaire, mais immensément plus considérables et accompagnées peut-être de manifestations électriques. On expliquerait ainsi la présence des raies chromosphériques en si grand nombre, et les apparitions de raies brillantes sur les bandes obscures et, inversement, de raies obscures sur les bandes brillantes; car, nous l'avons dit, semblables renversements ont été observés dans les protubérances et sur les taches solaires. — Les deux corps, après s'être suffisamment rapprochés, ont tourné autour du centre de gravité de leur système et se sont éloignés l'un de l'autre suivant des orbites hyperboliques dont le grand axe passe dans le voisinage du Soleil, ou — ce qui revient au même, vu l'extrême éloignement de l'étoile nouvelle — dans le voisinage de la Terre. Le corps qui s'éloignait de nous émettait des raies brillantes, tandis que celui qui s'approchait présentait un spectre continu à larges bandes d'absorption analogue à celui d'une étoile blanche. Ils étaient animés de vitesses dont les composantes radiales étaient celles que l'on a observées dans la *Nova* et, si l'on suppose des orbites semblables à celles qui viennent d'être indiquées, la vitesse relative des deux corps pouvait se conserver tout aussi longtemps que l'exige la constance de l'écart entre le système des raies brillantes et celui des raies obscures. — Le calme qui s'établit rapidement, après quelques oscillations, dans les perturbations de marée, la précipitation des gaz froids extérieurs... expliquent enfin, d'une manière assez plausible, la très rapide diminution d'éclat de la *Nova* et les fluctuations étranges qui en donnèrent le signal (1).

Cette théorie renferme évidemment les éléments d'une solution plus complète et plus précise que les précédentes. Pourtant, elle aussi laisse subsister des doutes sur des points importants, et paraît prêter le flanc à plus d'une difficulté. D'abord l'extrême

(1) Huggins, Mémoire cité, Conclusions. Voir note 11.

similitude du système des raies d'émission et de celui des raies d'absorption dont le second était, dans bien des parties, comme le duplicata renversé de l'autre, reste inexpliquée. En second lieu, la théorie de M. Huggins n'écarte pas non plus ces vitesses énormes des deux corps en action, lesquelles nécessairement inspirent quelque défiance. M. Huggins a dit un mot de la persistance de ces vitesses pendant plusieurs longues semaines sans variation appréciable; mais on aimerait à voir un calcul qui confirmât son opinion sur ce point. En troisième lieu, avec des orbites hyperboliques, comment expliquer la réapparition d'août? et si l'on en prend d'elliptiques, échappera-t-on à l'hypothèse ultérieure de masses d'une énormité invraisemblable, telles que leur somme soit égale à 15 000 fois au moins celle du Soleil? En effet, d'après M. Seeliger, les orbites ici doivent nécessairement avoir une excentricité très considérable; or une ellipse très excentrique se rapproche beaucoup d'une parabole, et le même savant a montré que l'hypothèse d'orbites paraboliques renfermait implicitement celle des masses énormes que nous venons d'indiquer (1).

En conséquence, le P. Sidgreaves propose une modification de la théorie du Dr Huggins, et tâche de la débarrasser de ses facteurs les moins satisfaisants. Pour lui aussi, la *Nova* est née du passage accidentel d'un corps céleste à proximité d'un autre, mais tous les phénomènes visuels et spectroscopiques sont dûs à la lumière *d'un seul des deux corps.* Voici comment, dans cet ordre d'idées, le gigantesque orage chromosphérique, soulevé par l'approche de l'autre corps, peut produire le double spectre observé (raies brillantes et raies obscures). Les gaz incandescents partent des couches inférieures de l'atmosphère, s'élancent vers nous et retournent vers le globe stellaire. Or la lumière des gaz situés au bas de la masse éruptive ne nous arrive qu'à travers une couche profonde d'atmosphère absorbante, de là les raies noires; au contraire, le courant qui, des régions élevées, retourne à la surface de l'étoile, n'est pas gêné dans son rayonnement et nous donne les raies brillantes *correspondantes aux raies d'absorption* mais déplacées vers le rouge. Cette interprétation des phénomènes gagne encore en probabilité si l'on remarque que M. Deslandres a observé semblables duplications des raies dans les protubérances solaires. — Quant aux vitesses révélées par le déplacement des raies, elles n'ont plus

(1) Astron. and Astro-Ph., December. Seeliger, pp. 906 et 912. — Ibid., W. Sidgreaves, *Note on the Revival of* Nova Aurigae, p. 884.

rien de surprenant, vu que le R. P. Fényi, S. J., en a trouvé d'équivalentes dans les orages de la chromosphère. — L'extinction de la *Nova* s'explique précisément comme le Dr Huggins nous l'a montré à l'instant : après quelques oscillations, la marée a baissé graduellement, les gaz se sont précipités, les enveloppes gazeuses se sont contractées. — Survienne alors une nouvelle éruption, les gaz projetés avec force auront vite dépassé les limites de cette atmosphère considérablement réduite, et leur lumière nous arrivant sans absorption nous donnera le spectre de raies brillantes déviées vers le rouge qui seul se montre avec un peu de netteté dans la lumière de l'étoile réapparue. — Si l'on nous demandait quelle cause a produit cette nouvelle éruption, nous pourrions sans doute recourir à un nouveau passage du corps perturbateur à proximité de l'étoile. Il est possible en effet qu'après sa première approche, le corps sombre, qui a soulevé les éruptions chromosphériques, retenu par l'attraction de l'étoile nouvelle, se soit mis à décrire autour d'elle une orbite plus ou moins allongée. S'éloignant d'abord de son centre d'attraction jusqu'à une distance maximum infranchissable, il serait ensuite revenu vers lui et, depuis la mi-août passée, nous contemplerions les conséquences d'un premier passage du compagnon sombre de la *Nova* au périastre. — Mais il est peut-être plus simple et plus vrai de pousser plus loin l'analogie avec le Soleil qui nous a guidés jusqu'ici. On observe en effet que les apparitions des taches indiquent la présence dans notre astre central d'une force, de nature encore indéterminée, mais dont l'action se montre, non point précisément périodique, mais plutôt intermittente. Le corps sombre qui est venu troubler l'équilibre dans lequel était ensevelie la future *Nova Aurigae,* et a excité en elle ces orages chromosphériques, reproduction fidèle mais agrandie des orages solaires, aura, du même coup, réveillé dans cet astre une force analogue à celle que nous voyons, après des temps de calme relatif, renouveler les taches et les autres accidents de la surface solaire. — Ajoutons que la courbe de fréquence des taches a une ressemblance frappante avec les courbes de variation d'éclat de bon nombre d'étoiles variables ; cela étant, n'aurions-nous pas le droit de supposer une relation d'analogie entre la cause de la variation des taches solaires et celle de la variation d'éclat de ces étoiles? La *Nova Coronae* de 1866 est devenue une étoile variable (*T* Couronne). Le même sort semble réservé à la *Nova Aurigae,* et déjà on lui a décerné le nom de *T* Cocher. Si cette

prévision devait se vérifier, on pourrait croire à un lien de parenté entre le Soleil, les étoiles variables et les étoiles temporaires (1).

La dernière théorie que nous venons d'exposer paraîtra sans doute la plus vraisemblable. Il y reste plus d'un indéterminé, mais chacune de ses affirmations est appuyée sur des faits bien constatés. En somme, elle transporte sur le Soleil le terrain des recherches ultérieures et, le mettant ainsi plus à notre portée, nous fait espérer un développement sérieux de la solution qu'elle nous propose.

J.-D. Lucas, S. J.

AGRICULTURE.

Depuis un demi-siècle, une somme énorme de capitaux a été retirée de la propriété foncière pour alimenter l'industrie.

On pourrait croire que, dans ces conjonctures, les gouvernements ont demandé à l'industrie d'intervenir dans les besoins de l'État en proportion de sa richesse.

Il n'en est point ainsi. Certains économistes voudraient faire admettre que non seulement l'agriculture doit fournir des ressources à l'État, mais qu'elle doit encore seconder l'industrie en fournissant aux peuples une alimentation à un prix aussi réduit que possible.

Pareil système manque de sagesse et de prévoyance.

Si l'on veut obtenir un équilibre stable dans le fonctionnement de la société, il faut que toutes les branches de l'activité humaine soient traitées d'une façon équitable au point de vue des charges et des faveurs : une industrie ne peut être sacrifiée à une autre.

Si nous examinons de quoi se composent en Belgique les ressources ordinaires du trésor public, nous voyons que les 169 millions d'impôts se décomposent comme suit :

impôt foncier	24 1/2	millions.
personnel	20	„
patentes	7	„
droits d'entrée sur le bétail	2	„
droits d'entrée autres	23 1/2	„
droits d'accises sur la fabrication indigène :		
alcool, sucres, tabacs	38	„

(1) The Observatory, n° 189, p. 236. — The Month, *loc. cit.*, pp. 105 et suiv.

droits sur les vins étrangers	3	millions.
droits d'enregistrement : actes civils . .	18	"
droits d'enregistrement autres . . .	2	"
droits d'hypothèques	3	"
droits de succession	20	"
droits de timbre	6	"
droits divers : greffes, amendes, etc. . .	2	"

Dans ce détail, le commerce et l'industrie belges paient presque seuls les 7 millions du revenu des patentes.

Tous les autres articles frappent, si pas exclusivement, du moins pour la grosse, la très grosse part, la terre et ses produits.

Et pour mettre le comble à la mesure, les produits industriels qui pourraient venir de l'étranger faire la concurrence à notre fabrication indigène, paient à l'entrée en Belgique plus de 23 millions, tandis que ceux qui viennent ruiner notre agriculture sont, à l'exception du bétail, tous libres de tout droit.

La situation se résume donc en quelques mots : à l'intérieur, charges considérables pour la terre et ses produits, charges insignifiantes pour l'industrie et le commerce; à la frontière, protection douanière insignifiante ne comprenant que quelques rares articles agricoles; protection douanière importante sur la plupart des objets industriels ou commerciaux.

Ce n'est pas en Belgique seulement que l'agriculture paie les taxes les plus élevées sous forme d'impôt foncier, droits de succession, de mutation, droits d'accises, etc.

Il en est de même dans la plupart des pays d'Europe, qui tous suivaient aveuglément le même système économique.

Presque tous, constatant le résultat désastreux d'une pareille politique, ont modifié légèrement leur système, et nous voyons la France, l'Allemagne et d'autres pays d'Europe accorder déjà la protection douanière aussi bien aux produits du sol qu'à ceux de l'industrie.

Il est permis de se demander si un droit d'accise sur le bronze à canon, sur le métal dont on fait les fusils ne serait pas infiniment plus justifié que celui qui se perçoit sur le sucre ou sur la bière.

En vérité, est-il plus juste de frapper les derniers que les premiers ?

Puisque les gouvernements ont besoin de tant d'argent pour développer leurs armements, on se demande avec raison pourquoi ils ne feraient pas payer leur part aux industries qui profitent SEULES des folies militaristes de l'Europe.

Nous croyons que le relèvement de l'agriculture dépend principalement de deux facteurs :

1° L'agriculture devrait être mise devant la douane sur un pied d'égalité avec l'industrie.

2° Le cultivateur devrait être mieux instruit des choses de son état ; en d'autres termes, on devrait s'occuper davantage de son *éducation professionnelle.*

Pour rendre la protection agricole possible sans trop soulever de réclamations, il suffirait, croyons-nous, d'exposer aux ouvriers la situation de l'agriculture et de chercher à déterminer exactement l'influence que la création d'un droit d'entrée pourrait avoir sur le prix des denrées et notamment du pain.

Les politiciens qui crient le plus haut " à l'affameur du peuple " sont trop souvent ceux qui savent le mieux qu'un droit d'entrée sur les céréales ne pourrait avoir une sérieuse influence sur le prix du pain.

Je n'en veux comme exemple que les fluctuations du prix des céréales depuis le commencement de 1890.

Le tableau suivant donne mois par mois le prix du froment en Belgique :

PRIX DU FROMENT EN BELGIQUE

DU 1er JANVIER 1890 AU 1er JANVIER 1894

par 100 kilos.

	1890	1891	1892
Janvier . .	18.25 à 18.50	21.50 à 23	22 à 23
Février . .	18.50	22 à 23	21.50 à 23
Mars . . .	18.50 à 19	23 à 24.50	21 à 22.50
Avril . . .	18.50 à 19	25 à 27	21 à 22
Mai . . .	20.00 à 21.50	26.50 à 27	21.50 à 22.50
Juin . . .	21 à 22	25.50 à 26	20.50 à 21.50
Juillet . .	23 à 24	24.50 à 25.50	20 à 20.50
Août . . .	24 à 25	25.50 à 27	18 à 20
Septembre .	21 à 21.50	24.50 à 25.50	16.50 à 17.25
Octobre . .	19.50 à 20.50	22 à 23.50	17 à 18
Novembre .	19.50 à 20.50	23 à 24	16.50 à 17.75
Décembre .	21 à 22.50	23 à 24	16 à 17

Nous ne mettrons pas en regard le prix du pain, car ce prix est trop local, et il ne nous serait guère possible d'établir un prix moyen, ne possédant pas suffisamment de renseignements.

La comparaison en chiffres n'offre du reste qu'un intérêt très relatif.

Ce que nous voulons faire ressortir et ce que personne ne saurait contester, c'est que :

Pendant que le prix du blé a varié de 16 à 27 francs les 100 kilos, le prix du pain, loin d'avoir subi une fluctuation en proportion de cette différence, n'a au contraire guère changé :

Ceci est un fait incontestable, net et précis. Pourquoi ne le fait-on pas connaître *urbi et orbi ?*

Nous basant sur un document officiel que nous avons eu l'occasion d'examiner dernièrement, la production moyenne du froment en Belgique est de 22 hectolitres ou 1738 kilos par hectare.

Ces 1738 kilos représentent environ 3400 kilos de paille.

En déduisant le prix de cette dernière, 4 francs les 100 kilos, soit 136 francs, de 466 francs, il reste 330 pour les 1738 kilos de grains, ce qui fait revenir le prix de 100 kilos à 19 francs, ou 15 francs l'hectolitre.

Si donc le froment se vend à 19 francs les 100 kilos, le cultivateur est seulement remboursé de ses frais.

Si le prix augmente, chaque franc en plus par 100 kilos lui procure un bénéfice de fr. 17,38, mettons 17,50 par hectare, et il faudrait que le prix s'élève de fr. 6,30 (19,00 + 6,30 = fr. 25,30), pour que le fermier ait un bénéfice égal aux frais de loyer et d'impôts, ceux-ci étant évalués à 110 francs, ce qui n'est certes pas exagéré pour les terres où la culture du froment est possible (1738 kilos à fr. 6,30 = fr. 109,49).

En admettant, par impossible, qu'un droit d'entrée sur le froment fasse augmenter le prix du blé dans la proportion de l'import de ce droit, un droit de 5 francs ne causerait donc pas sur le prix moyen du blé une augmentation de nature à l'amener aux prix des mois d'avril et mai 1891.

Toujours dans la même supposition, un droit de 5 francs ne saurait rendre la culture réellement rémunératrice si le prix du blé descendait à 16 francs, même à 15 francs, prix auquel nous pouvons nous attendre.

Quand on tient compte de la réalité des faits, et comme il est surabondamment prouvé par les exemples des pays protectionnistes que le prix du blé ne varie pas en proportion du montant du droit, on voit que la protection agricole seule est impuissante à sauver l'agriculture.

Elle devrait aller de pair avec une augmentation du rendement.

En effet, le coût d'une récolte n'augmente pas proportionnel-

lement au produit réel : le loyer, les impôts, la main-d'œuvre sont sensiblement les mêmes ; il n'y a que le prix des engrais, du battage et du triage qui changent.

Nous basant toujours sur le même document, ces frais peuvent être évalués à fr. 7,90 par hectolitre, mettons 8 francs en chiffres ronds.

Une production de 22 hectolitres coûtant 330 francs, une production de 30 hectolitres coûtera fr. $330 + 8 \times 8 = 394$ francs.

Le prix actuel de 16 francs étant majoré par un droit d'entrée à 20 fr. par 100 kilos ou 16 fr. par hectolitre, la culture de froment produirait $16 \times 30 = 480$. Il y aurait donc un bénéfice certain de fr. $480 - 394 = 86$ francs, plus l'augmentation du produit de la paille.

Donc, pour obtenir un bénéfice d'environ 100 francs par hectare sur la culture du froment, il faudrait que le prix fût ramené à 20 francs les 100 kilos ou 16 francs l'hectolitre, et que la production fût augmentée de 22 à 30 hectolitres par hectare.

La solution de la première partie du problème dépend du gouvernement, celle de la seconde du cultivateur.

Pour que le cultivateur puisse faire progresser sa culture, il lui faut deux choses : les ressources pour avancer un capital au sol, et la science pour cultiver en connaissance de cause.

Le cadre de cette chronique ne permet pas d'examiner la question des ressources, car il nous faudrait entamer l'insoluble problème du crédit agricole.

Arrêtons-nous seulement au second point : la science agricole, sa portée et sa diffusion.

Chacun sait aujourd'hui que pour produire une plante, il faut que le sol contienne principalement quatre éléments : l'*acide phosphorique,* la *potasse,* la *chaux* et l'*azote,* et que ces matières doivent s'y trouver sous certaines formes pour pouvoir être assimilées. Ces données précieuses resultent des découvertes réalisées dans la première moitié de ce siècle par Liebig, Boussingault, Lawes, etc.

On n'a évidemment pas su chercher ailleurs que dans la terre les trois premiers de ces facteurs; mais puisque l'atmosphère contient une si grande quantité — presque les quatre cinquièmes — d'*azote,* on a été naturellement amené à la question de savoir si cet azote gazeux, cet azote libre à la portée de tous, ne pouvait rendre aucun service dans la formation des plantes.

La question semble des plus simples; mais les réponses données par les savants étaient contradictoires.

Depuis bien longtemps, Georges Ville, à qui nous sommes redevables de la grande extension prise par l'emploi des engrais chimiques, avait affirmé que les légumineuses contribuent à la fixation de l'azote atmosphérique par l'intermédiaire de leurs feuilles.

Comme Georges Ville, tout en affirment une chose vraie au fond, se trompait sur la nature de l'intermédiaire, les expériences de Lawes et Gilbert en Angleterre, Boussingault, Schlœsing en France vinrent contredire ses affirmations.

Après quelques années d'oubli, l'idée revint au jour, quand presque en même temps Hellriegel en Allemagne et Berthelot à Paris eurent prétendu que l'azote se fixait réellement, par les racines, disait l'un, par l'humus et l'argile, disait l'autre; tous les deux étaient d'accord pour affirmer que le phénomène se produisait grâce à l'intervention de microbes.

Les progrès de la microbiologie n'ont fait que confirmer la vérité de ces affirmations, tout en les détaillant et en éliminant les nombreuses inexactitudes des premières découvertes.

Pendant que la plupart des écoles de France et de Belgique continuaient à révoquer en doute l'existence de plantes capables d'introduire spontanément dans le sol un élément fertilisant, un professeur de l'Université de Louvain, M. A. Proost, actuellement inspecteur général de l'agriculture en Belgique, cherchait à démontrer la vérité de la découverte dont il prévoyait l'influence incalculable sur la production agricole.

Pour atteindre ce but, il établit ses expériences sur une base différente de celles de Georges Ville et de Boussingault. Tandis que ces derniers opéraient sur du sable calciné, il institua au Jardin botanique de Louvain des expériences à l'air libre avec du sable simplement lavé, et même avec des sables naturels mais de composition exactement déterminée. C'est ainsi qu'il eut recours successivement au sable de Tilly, aux sables du Rupel et de Keerbergen, aux sables rupéliens de Pellenberg, campiniens de Westerloo, et aux sables des dunes, qui ont été reconnus les plus purs parmi nos sables naturels.

En 1885 et 1886, il a obtenu dans ces divers supports des séries de légumineuses et de graminées qui lui ont permis d'affirmer dès lors l'existence de *coefficients de fixation* de *l'azote, fonctions de la nature de la plante, du sol et de l'engrais* (1).

(1) Voir *Journal de la Société centrale d'agriculture*, 1891, décembre, p. 70.

En 1888, lors du Grand Concours de Bruxelles, les visiteurs ont pu voir des cultures de ce genre exposées par M. Proost, sous le nom de sidération par les légumineuses et les graminées; car, déjà en 1886, les cultures expérimentales démontraient que le rôle de fixateur de l'azote n'était pas réservé aux seules légumineuses, mais que des cultures de graminées avaient un pouvoir analogue.

Il avait même déduit de ses expériences un classement des plantes améliorantes visant à déterminer les coefficients *relatifs* de fixation de l'azote atmosphérique.

Pour le blé	0
„ l'avoine	1
„ l'orge	2
„ les graminées rustiques des sables : fétuques, dactyles, fromental, houlque	3
„ les fèves.	4
„ les pois	5
„ la luzerne	6
„ les lupins et les anthyllis . .	7

Les mêmes expériences lui avaient prouvé que l'acide phosphorique et la potasse insoluble des sables pouvaient être assimilés par les plantes. Depuis lors nous avons vu, en effet, se répandre l'usage des phosphates minéraux bruts, et nous avons vu se modifier les procédés d'analyses des terres, pour lesquelles on a recours aux dissolvants les plus violents : les acides bouillants et même l'acide fluorhydrique.

L'emploi de sables d'origine et de nature différentes démontrait en outre que certaines plantes, comme les luzernes, sainfoins, anthyllis, exigent un sable calcaire, tandis que les pois, les lupins se contentent de la dose de calcaire nécessaire à l'élaboration du protoplasme, et que les trèfles, comme les navets, ne viennent pas dans les sables, calcareux ou non, s'ils n'ont pas été additionnés d'humus.

Pendant que M. Proost, se rapprochant le plus possible des conditions de la culture, obtenait ces résultats, on cherchait encore par des cultures dans l'eau à prouver l'impossibilité de la sidération, ou fixation de l'azote gazeux par la plante.

Le motif de ces insuccès devait être cherché dans les conditions mêmes de l'expérience; car l'eau pure employée ne pouvait

apporter ce que le sable naturel contenait souvent, les infiniment petits, les bactéries qui se fixent sur les racines, y produisent dans nombre de cas des nodosités apparentes, et que le sable naturel contenait en quantité suffisante pour permettre leur développement aussitôt que la plante avait pris quelque extension. Nouveau phénomène, qui nous explique l'utilité de la présence d'un engrais azoté en petite quantité au commencement de la croissance des légumineuses : cet azote produit le premier développement, pendant lequel les bactéries se mettent en place pour effectuer leur merveilleux travail et transformer l'azote gazeux de l'air en matière assimilable dans le suc végétal.

Depuis, la question n'a cessé de prendre chaque jour une nouvelle importance : toutes ces constatations se trouvent expliquées et confirmées.

MM. Hellriegel et Wilfarth en Allemagne, Petermann en Belgique, Müntz et Girard, Schlœsing fils, Laurent en France, apportent chaque jour par leurs nouvelles expériences un résultat nouveau, et tout nous fait supposer que la fixation de l'azote atmosphérique ne tardera pas à se répandre partout dans la grande culture pratique et atteindra cet idéal : la production de l'azote à bon marché, que G. Ville considérait comme la solution du problème de la production du pain à bon marché.

Cette question de l'azote n'est cependant qu'un côté du grand problème de la production agricole.

Que de progrès n'ont pas été réalisés et combien n'en reste-t-il pas d'inachevés tant sur la fumure du sol, la sélection des semences, l'élevage, l'alimentation du bétail, l'hygiène, la laiterie, etc., etc.

Pour être à la hauteur de la situation, il faut nécessairement aujourd'hui étudier, et le développement de l'enseignement agricole vient à son heure.

Il y a quelques années, nous possédions en Belgique l'Institut agricole de l'État à Gembloux, l'Institut agronomique annexé à l'Université catholique de Louvain, et les écoles d'horticulture de Gand et Vilvorde. Ces deux derniers établissements s'occupant d'une branche tout à fait spéciale, on ne pouvait même pas les considérer comme établissements d'enseignement agricole proprement dit. Il en est de même de l'École vétérinaire.

Or, Gembloux et Louvain, malgré la haute valeur de leur enseignement, malgré les qualités de leurs savants professeurs, ne peuvent rendre que des services limités. Établissements

d'enseignement supérieur, ils ne servent qu'aux jeunes gens qui ont reçu une instruction préparatoire supérieure et possèdent les moyens de se payer le luxe de pareilles études. Bien rares sont les fils de fermiers qui les fréquentent.

Il y avait, il est vrai, chaque année, un nombre assez considérable de conférences spéciales données par des spécialistes sur des sujets spéciaux. Ces conférences se donnaient la plupart à la campagne.

Malheureusement, les auditeurs n'en retiraient souvent que fort peu de fruit, n'étant pas préparés par une instruction suffisante aux difficultés des termes scientifiques.

L'enseignement agricole, l'enseignement aux cultivateurs n'existait pas. Le ministère l'a créé, et les plus prévenus doivent reconnaître qu'il rend les plus grands services.

Que ceux qui veulent se rendre compte de sa valeur veuillent bien se donner la peine de lire le rapport triennal présenté aux Chambres législatives par M. le Ministre de l'Agriculture sur la situation de l'enseignement agricole, récemment paru.

Il comprend les années 1888, 1889, 1890.

Nous y voyons que l'enseignement agricole organisé ou subsidié par l'Etat comprend :

L'école de médecine vétérinaire de l'État, à Cureghem; l'institut agricole de l'État, à Gembloux; les écoles d'horticulture de l'État, à Gand et à Vilvorde; l'école moyenne d'agriculture de de l'État, à Huy; 14 écoles moyennes d'agriculture subsidiées par l'État; 6 écoles d'horticulture subsidiées par l'État; plus de deux cents cours d'adultes; une trentaine de cours d'agronomie dans les écoles moyennes de l'État; une école permanente de laiterie à Wevelghem, et l'enseignement par les cours temporaires de laiterie.

La série est donc complète.

Certes, nous voudrions voir appliquer l'enseignement agricole dans les écoles primaires. Malheureusement, la chose paraît bien difficile dans les circonstances actuelles. Déjà maintenant, les programmes sont surchargés outre mesure, et nous nous demandons s'il est possible de les charger encore. On ne cherche plus par l'instruction à faire des hommes possédant les éléments nécessaires pour se tirer d'embarras ou pour faire des études : on veut faire de l'enfant un demi-savant. Ce système a pour résultat de lui donner des notions sur une quantité de choses; il se croit instruit et n'arrive qu'à augmenter la liste déjà si longue des déclassés.

En éliminant toutes les choses superflues, on pourrait enseigner plus sérieusement les choses qu'il importe le plus de savoir, et alors on pourrait donner à l'école primaire les bases de l'enseignement professionnel qui, à la campagne, serait l'enseignement agricole.

Le gouvernement a cherché à suppléer à ce manque d'instruction par l'organisation des cours d'agriculture pour adultes.

Ce sont des cours comprenant soit une série de trente, soit deux séries de quinze leçons. Elles sont données dans les communes rurales le soir ou les dimanches et jours de fête, de façon que tout le monde puisse y assister.

Le rapport de M. l'Inspecteur général de l'agriculture nous donne des détails fort intéressants, tant sur leur organisation que sur les résultats obtenus.

M. Proost rappelle avoir dit dans ses premières propositions, en date du 26 octobre 1887 : " Cet enseignement agricole doit présenter le caractère d'un enseignement accessible à tous... Pourquoi exclure de ces cours les cultivateurs? Je suis persuadé que, dans certaines communes, le nombre d'auditeurs libres, d'un âge mûr, sera aussi considérable que celui des élèves inscrits régulièrement. „

L'expérience lui a donné pleinement raison.

Rien n'est plus curieux que de visiter un de ces cours. On y voit, à côté des enfants qui viennent de quitter l'école, des hommes d'un âge mûr, et bien souvent des vieillards reviennent volontiers s'asseoir sur les bancs de l'école qu'ils n'ont plus revue depuis leur enfance.

La valeur de l'enseignement dépend naturellement en grande partie du professeur. Le gouvernement a heureusement trouvé un nombre assez considérable d'instituteurs et d'hommes d'expérience, qui se sont vite fait bien venir de leurs auditeurs.

Cet enseignement présente de serieuses difficultés. Il faut que le professeur possède une méthode suffisante pour suivre avec utilité le programme tracé; il doit connaître la pratique agricole de la contrée où il enseigne, afin de pouvoir signaler les progrès à faire, les abus à supprimer; enfin il doit se rendre sympathique à son auditoire, afin de lui faire accepter des choses nouvelles et inconnues, d'autant plus que le cultivateur est méfiant et, en outre, qu'il ne supporte pas volontiers qu'un non-cultivateur ose lui donner la leçon; il n'est pas très disposé à changer son système de travail.

Le rapport prouve que ces nombreuses difficultés ont été vaincues.

En effet, pendant l'hiver 1887-1888, il y a eu 43 cours comptant 2174 élèves; en 1888-1889, 100 cours avec 5184 auditeurs, et en 1889-1890, 225 cours avec 13783 élèves.

Depuis lors, les cours se sont maintenus, et le *Moniteur* du 13 octobre nous a apporté un arrêté ministériel organisant pour cet hiver 233 cours.

Nous croyons que l'institution des cours d'adultes est une des plus heureuses créations du ministère de l'agriculture.

Le cultivateur s'instruit et prend goût à l'enseignement; non seulement il cherche à appliquer ce qu'il a appris, mais il fait apprendre les autres. Nous pourrions citer un grand nombre de pères de famille qui ont, après la fréquentation du cours d'adultes, choisi pour leurs enfants une école ou un collège où un cours d'agriculture était institué; d'autres envoient leurs filles aux pensionnats où des cours d'agriculture sont donnés ou à une école de laiterie.

Ces écoles spéciales se sont révélées pendant l'été dernier à divers concours et expositions d'agriculture, et tout particulièrement à Arlon et à Charleroi, où nous avons vu les écoles de Huy, de Virton, de Carlsbourg et de La Louvière : la première est une institution de l'État, les trois autres sont subsidiées.

Le gouvernement ne se contente naturellement pas de faire parvenir à des époques régulières le montant des subsides, mais il surveille, contrôle et inspire les travaux.

Ce travail est dirigé par l'Inspecteur général de l'agriculture, qui est le chef du service technique.

Comme exemple de cette unité de travail, signalons les essais des diverses écoles pour la formation d'une carte géologique et agronomique.

Depuis longtemps on parle de ce projet. Des commissions ont été nommées et le travail pratique se fait toujours attendre. Un excellent travail de M. Van den Broeck, publié dans les *Bulletins de l'Agriculture* (1), retrace l'historique de la question et détermine les conditions les plus économiques de l'exécution de la carte.

Les écoles d'agriculture ont mis la main à l'œuvre, et c'est ainsi qu'aux expositions d'Arlon et de Charleroi les visiteurs ont pu admirer les tentatives faites dans cette voie.

Le frère Arnoldus, de l'école de Carlsbourg, et l'ingénieur

(1) Janvier 93.

Grognard, de celle de Virton, se sont particulièrement distingués. Le premier a exécuté un travail remarquable sur la composition du sol de Paliseul. Ses cartes sont faites avec le plus grand soin et, sans être surchargées, elles donnent tous les détails utiles. De plus, il appuie ce travail géographique d'une collection d'échantillons de terres et de roches recueillis dans tous les endroits signalés.

De pareilles études devraient être largement secondées, car la connaissance sérieuse du sol et même du sous-sol est la base de la culture rationnelle et progressive.

D'aucuns trouvent peut-être que des travaux aussi sérieux sont trop scientifiques pour une école moyenne d'agriculture; mais les professeurs ne font de la science pure que dans les moments de loisirs que leur laissent l'enseignement et les travaux quotidiens, moments bien rares!

Si nous signalons ces travaux, c'est seulement pour montrer que l'enseignement, tel qu'il est organisé, fait plus que de former des cultivateurs et de vulgariser la science.

Les expositions dont nous parlions plus haut prouvent que la vulgarisation et les démonstrations expérimentales ne font pas défaut; les cultures dans le sable et dans l'eau servent de démonstration des principes de physiologie; les champs d'expériences montrent aux cultivateurs les nouveautés à accepter et à rejeter; les herbiers, les collections de botanique, de zoologie et nombre d'autres objets sont la preuve que l'enseignement dans les écoles moyennes d'agriculture est placé sur un pied tout à fait pratique. Il en est de même dans les écoles de laiterie.

Le gouvernement n'a installé jusqu'ici qu'une seule école permanente de laiterie.

Elle se trouve établie à Wevelghem lez-Courtrai, dans la ferme de M. H. D'Hondt-Verhurst, conseiller provincial et vice-président du Comice agricole de Courtrai-Menin.

On ne pouvait mieux choisir.

M. D'hondt-Verhurst possède une ferme d'une belle étendue, avec d'excellentes terres et de superbes pâtures. Son bétail, sélectionné avec le plus grand soin, forme un des plus remarquables troupeaux du pays.

Homme pratique, M. D'Hondt-Verhurst ne s'est pas laissé guider par les considérations trop absolues de certaines écoles qui cherchent la spécialisation à outrance, mais il est arrivé à élever un bétail qui possède à la fois d'excellentes qualités laitières et une conformation qui permet un rapide engraissement. C'est le moyen de faire produire un bénéfice sérieux à l'élevage.

Il a mis à la disposition du gouvernement des locaux ménagés avec une entente parfaite, et les élèves trouvent chez lui une école installée dans les conditions les plus favorables. Rien ne manque : salles de travail et d'étude, caves pour la maturation des crèmes et le travail du beurre, locaux spéciaux chauffés au thermosiphon pour la fabrication et la maturation des fromages.

L'école est placée sous la direction de M. Fréd. D'Hondt, directeur du Laboratoire communal de Courtrai, qui s'est fait connaître par plusieurs travaux de haute valeur. Le personnel enseignant comprend deux maîtresses, Mlles Tanghe et D'Haere, un vétérinaire, M. H. Vanderstraeten, et un professeur de culture maraîchère, arboriculteur et agriculteur, M. Fréd. Buwenich, de Gand.

Le programme est des plus complets; la meilleure preuve de la valeur des études, c'est que dans toutes les écoles ménagères agricoles et dans tous les cours de laiterie, nous ne voyons dans la partie flamande du pays que des élèves de Wevelghem appelées à donner l'enseignement. D'autre part, plusieurs laiteries sont dirigées par d'anciennes élèves, et plusieurs d'entre elles trouvent dans la fabrication du beurre et du fromage une source de beaux bénéfices.

Dans la partie wallonne du pays, le gouvernement s'en est tenu à l'organisation d'écoles temporaires ou d'écoles volantes de laiterie. Elles ne peuvent naturellement trouver des installations aussi parfaites, à cause de leur prompt déplacement, mais elles ont plus de facilité à recruter des élèves là où elles vont s'installer.

Grâce à ce double enseignement, complété encore par de nombreux cours ou conférences expérimentales d'une durée de quelques jours, nous voyons notre industrie laitière prendre chaque jour un nouvel essor. Ces succès, auxquels l'étranger rend hommage, permettent d'espérer que nous pourrons bientôt reprendre la place que les progrès d'autres pays nous avaient fait perdre.

Je ne puis oublier de mentionner aussi les écoles ménagères agricoles : la plupart sont installées dans des pensionnats tels que Brugelette, Heule, Osterloo, Gyseghem ; une autre vient d'être créée par l'État à Bouchout.

Les écoles ont pour but de compléter l'enseignement des jeunes fermières en leur apprenant la pratique du ménage et la comptabilité, dont la tenue dans les fermes a une si grande importance et constitue un grand facteur du bien-être des campagnes.

On le voit donc : si en Belgique nous n'avons pas été les premiers à vulgariser la science agricole, il ne nous a fallu que fort peu de temps pour arriver à une organisation de l'enseignement telle que fort peu de pays en possèdent d'aussi parfaite.

Nous attendons de la nouvelle génération, qui a reçu des écoles une bonne éducation professionnelle, la mise en pratique de tous les progrès que la science a réalisés, sans avoir à redouter les insuccès et les déboires que n'ont que trop souvent éprouvés les hommes insuffisamment initiés aux découvertes modernes, au maniement des machines et des engrais.

Nous obtiendrons ainsi le second facteur qui doit contribuer largement, si pas le plus largement, au relèvement de notre agriculture.

V. D.

SCIENCES INDUSTRIELLES

—

INDUSTRIES ALIMENTAIRES.

Fabrication du chocolat. — Au commencement de ce siècle, le commerce du chocolat était réservé aux pharmaciens et aux confiseurs, qui ne le présentaient guère que sous forme de bonbons ou de sujets moulés. Les moyens employés pour sa fabrication étaient des plus primitifs; la trituration se faisait à la main. La denrée était d'un prix fort élevé et sa production restreinte.

Vers 1816, fut fondée en France la première fabrique où l'on fit usage d'appareils mécaniques. Cette même usine produit aujourd'hui plus de 15 millions de kilogrammes de chocolat par an; elle dispose d'une force motrice de 500 chevaux. Voici comment le travail s'y exécute.

Les cacaos, arrivant des lieux de production, contiennent des fèves déformées, avariées, piquées par les insectes, et aussi des corps étrangers: fragments de bois, pierres, etc. Le premier nettoyage se fait dans des appareils du genre de ceux qui sont employés pour les blés : on élimine ainsi les corps étrangers et les fèves trop grosses ou trop petites, qui sont destinées au rebut.

Le cacao, après cette première opération, passe à l'atelier de triage, où il est visité à la main, de manière à enlever les graines avariées.

Les graines reconnues saines et de bonne qualité sont envoyées à l'atelier de torréfaction. Les appareils torréfacteurs sont des cylindres en tôle remplis aux deux tiers, tournant lentement à l'intérieur d'un fourneau chauffé au coke ; l'opération nécessite une température moyenne de 130° et dure de 40 à 50 minutes.

Le cacao torréfié est amené aux décortiqueurs concasseurs, formés de deux surfaces coniques garnies de pointes d'acier très peu espacées, l'un des cônes étant animé d'un mouvement de rotation.

Le produit de ce travail arrive dans un tarare à trois ventilateurs. Les coques, les germes et les débris légers de l'amande sont expulsés et criblés ensuite dans des appareils spéciaux. Le cacao repasse à l'atelier de triage.

Le déchet que subit le cacao dans cette série d'opérations préliminaires est d'environ 25 p. c. de son poids brut.

Le cacao passe alors aux moulins broyeurs. Ceux-ci se composent d'une meule horizontale fixe en pierre meulière, enchâssée dans une cuvette en fonte polie, autour de laquelle est enroulé un tuyau pour le passage de la vapeur destinée à maintenir la pâte fluide en liquéfiant l'huile concrète contenue dans la fève. Cette meule dormante est surmontée d'une meule tournante, qui détermine le broyage et amène la matière à l'état de pâte grasse et fluide. Par une ouverture convenable ménagée dans la cuvette, la pâte est reçue dans une bassine et on la porte aux raffineuses.

Les raffineuses consistent en trois cylindres de granit placés horizontalement sur un bâti en fonte et animés d'un mouvement rotatif de vitesses différentes et de sens contraires.

La pâte de cacao est alors mélangée intimement avec une égale quantité de sucre blanc préalablement desséché à l'étuve. Ce mélange est obtenu à l'aide d'appareils verticaux à enveloppe de vapeur, appareils consistant en cylindres munis à l'intérieur d'un arbre rotatif à palettes héliçoïdales.

Le chocolat brut ainsi préparé est amené à une parfaite homogénéité par un broyage dans une série de trois machines à cylindres de granit : la dégrossisseuse, la broyeuse et la raffineuse.

Sortant des raffineuses, le chocolat passe dans de puissantes machines à deux cylindres de granit, qui le compriment. De là, il va à des étuves chauffées à la température de 30 à 32°, puis il est versé dans des malaxeurs à trois meules de granit, et il est divisé, au moyen de peseurs mécaniques, en pains ou " biscuits " de 125 à 250 grammes.

Les biscuits sont placés dans des moules portant la marque du fabricant; ceux-ci sont mis sur une tapoteuse mécanique, qui secoue la pâte de façon à lui faire prendre la forme exacte du moule, à rendre sa surface parfaitement unie et à extraire les bulles d'air interposées. Puis on imprime de nouveau le nom du fabricant, pendant que la pâte est encore molle, sur la face plate et sur chaque division de la tablette. Les moules sont ensuite portés dans les rafraîchissoirs ou refroidissoirs, où circule de l'air refroidi par des appareils réfrigérants.

Le chocolat refroidi et retiré des moules passe aux ateliers de pliage, où il est successivement garni d'une feuille de papier d'étain, d'une feuille de papier de couleur, de l'enveloppe, des étiquettes, etc.; puis il est mis en paquets de $4^{k},500$. Les paquets sont enfin portés à l'atelier d'emballage (1).

L'utilité des analyses en brasserie. — M. J. Vuilsteke, professeur à l'Université de Louvain, a donné récemment à un cercle de brasseurs une intéressante conférence sur l'utilité, la nécessité même des analyses en brasserie. En voici le résumé :

Certains phénomènes, en brasserie, sont la résultante, assez facile à prévoir, d'un petit nombre de lois suffisamment connues: tel est, par exemple, le cas de la saccharification de l'amidon par la diastase pure.

Mais, en général, il intervient dans les opérations de cette industrie un grand nombre de facteurs plus ou moins mal définis, et il devient alors difficile ou même impossible de prévoir les résultats; aussi est-il absolument indispensable de toujours contrôler en pratique, par l'analyse, la composition du produit obtenu.

L'analyse notamment eût été du plus grand secours au brasseur lorsque, après le vote de la loi fiscale de 1885, il changea sa méthode de fabrication. Il se fût, en analysant ses produits, évité bien des tâtonnements et des mécomptes.

Avant 1885, le brasseur faisait généralement germer son malt au delà de la moitié; il touraillait rapidement et à basse température. Le brassage se faisait par infusion. On mettait, par exemple, 35 kilogr. de farine par hectolitre de cuve-matière. On faisait plusieurs trempes successives avec de l'eau de plus en plus chaude, jusqu'à ce que la température du mélange atteignît 65° C. Les premières trempes, transvasées dans la

(1) *Mercure scientifique*, novembre 1892. — *Bulletin de l'Association des chimistes de sucrerie et de distillerie.*

chaudière à l'état trouble et laiteux, y étaient portées et maintenues à la température de 70-75°, pour la dissolution et la saccharification de l'amidon en suspension; c'est seulement lorsque les trempes s'écoulaient claires et brillantes qu'on laissait la température s'élever dans la chaudière.

En 1885, se voyant débarrassés de toute entrave fiscale, la généralité des brasseurs se sont empressés de modifier leur méthode en vue d'obtenir le maximum de rendement. Ils n'ont plus laissé de trempe s'écouler de la cuve-matière avant que la température de saccharification n'y fût atteinte. Après avoir opéré une hydratation et un débattage préalables à basse température, de façon à éviter toute formation de grumeaux, ils ont chauffé la masse jusqu'à la température de saccharification (63-65°) par une addition d'eau chaude ou bouillante, tout en se gardant d'élever la température à un point où la diastase n'aurait plus eu d'action suffisante.

Mais, par suite de ces modifications dans le mode opératoire, le type d'un grand nombre de bières s'est trouvé modifié, au grand mécontentement des consommateurs.

Les brasseurs avaient oublié qu'à côté des produits de la fermentation, la bière renferme des malto-dextrines et des matières azotées, dont la nature et la quantité déterminent le processus de la fermentation secondaire, la mousse, la bouche, le corps, la stabilité même de cette boisson. Sous le régime de l'ancienne loi, la majeure partie de la diastase étant, par suite de la répétition des trempes, enlevée de la cuve-matière quand la température devenait assez élevée pour rendre possible une saccharification rapide, et, d'autre part, l'amidon entraîné en chaudière se saccharifiant à haute température, il se formait beaucoup de malto-dextrines et celles-ci étaient d'un type élevé. Dans la nouvelle méthode, au contraire, l'amidon étant saccharifié à basse température par la totalité de la diastase, il se produit fort peu de malto-dextrines, et celles-ci appartiennent toutes à un type extrêmement bas. De là, une différence sensible dans la nature des produits obtenus.

Le brasseur, en 1885, aurait dû commencer par déterminer exactement le type de sa bière en fixant la proportion et le type des malto-dextrines, la teneur en dextrine, la quantité et la nature des matières azotées. On dose le maltose par la liqueur de Fehling et on transforme les malto-dextrines en maltose par l'action de la diastase ; l'augmentation de la proportion de maltose correspond à la quantité de malto-dextrine. La dextrine

libre se détermine à l'aide du polarimètre. Les matières azotées sont dosées par la méthode de Kjeldahl. M. Vuilsteke détermine ensuite la proportion de matières azotées assimilables par l'emploi de la levure.

Son premier brassin de nouvelle bière terminé, le brasseur y aurait de même dosé l'extrait.

S'il y ayait trouvé un déficit et en même temps un type trop bas de malto-dextrines, il se serait demandé quels étaient les moyens de corriger ces défauts, et il se serait rappelé que notamment l'addition d'un peu de gypse à l'eau de brassage a été reconnue efficace dans ce cas.

S'il avait rencontré dans l'extrait un excès de matières azotées inassimilables, il aurait de nouveau fait appel à ses connaissances ; il aurait essayé avec succès un touraillage à haute température et il aurait probablement été amené, du même coup, à réduire la proportion de gypse ajoutée à son eau ou à renoncer entièrement à cette addition.

Il n'y a pas une phase de la fabrication de la bière où l'on n'apporte des modifications profondes à la nature et aux proportions des malto-dextrines et des matières azotées; il est de la plus haute utilité de pouvoir contrôler à chaque phase ces matières. Des différences notables peuvent se constater dans les bières d'une même brasserie, si des variations se produisent dans la nature des matières premières ou dans les procédés de travail. Le brasseur a le plus grand intérêt à surveiller ces variations, pour les contrebalancer et pour assurer la stabilité de composition de ses fabricats (1).

La distillerie et le commerce des liqueurs. — La Chambre des députés française a été saisie récemment d'un rapport proposant de donner à l'État le monopole de la rectification de l'alcool, ce qui aurait notamment pour résultat, d'après le rapporteur, d'enrayer l'alcoolisme avec toutes ses terribles conséquences.

Une série d'analyses faites par le Dr Héret, pharmacien en chef de l'hôpital Trousseau, lui auraient permis d'établir que l'alcoolisme est dû plus à la mauvaise qualité qu'à la quantité d'alcool absorbé.

On a vérifié notamment la qualité des eaux-de-vie servies par les débitants parisiens dans les divers quartiers de la ville. Tous les échantillons soumis à l'analyse ont été déclarés imparfaitement rectifiés, dangereux ou mauvais.

(1) *Bulletin de l'Union des Ingénieurs de Louvain*, année 1893.

Le journal *La Distillerie française* fait à ce propos quelques observations, dont voici le résumé :

Les exploitants des distilleries industrielles (de betteraves, mélasses, grains, etc.), ne doivent pas être considérés comme responsables de la mauvaise qualité des produits offerts à la consommation. Ces industriels ne vendent généralement pour la consommation que des alcools rectifiés à 95 ou 96°, et ne contenant que des traces d'impuretés, soit au maximum un à deux millièmes. Les résidus impurs, appelés alcools mauvais goût, plus ou moins chargés d'alcools amylique et butylique, d'aldéhydes, etc., sont destinés à des usages industriels. Mais il arrive, d'une part, que les marchands en gros et les fabricants de liqueurs, en dédoublant les alcools rectifiés, altèrent leur pureté; d'autre part, que ces mêmes commerçants ou industriels utilisent, pour la préparation des produits de consommation, des alcools mauvais goût. Pour remédier à ces abus, l'établissement du monopole n'est nullement nécessaire. Il suffirait de rendre obligatoire la dénaturation dans l'usine productrice, avant toute livraison, des alcools impurs, impropres à la consommation.

Il faut noter que les eaux-de-vie de vin, le cognac pur même, et les liqueurs telles que le genièvre, le kirsch, le rhum pur, etc., dites naturelles, contiennent infiniment plus d'impuretés que l'alcool industriel rectifié. Peut-on exiger leur rectification? Ce serait leur enlever leur valeur propre. Il semble qu'on doive se borner aux mesures indiquées plus haut (1).

J.-B. André.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

Cailloux de quartz dans une couche de charbon de l'Ohio. — On a fréquemment noté la présence de cailloux roulés au beau milieu des couches de charbon. Ce fait présente une grande importance au point de vue des théories sur la formation de la houille. M. Orton (2) signale un fait de ce genre offrant des caractères particuliers. Il rappelle d'abord qu'il y a dans l'Ohio une couche de charbon qui, à Zaleski, fournit de ces cailloux en nombre parfois très considérable. Les cailloux sont

(1) *Moniteur industriel*, 14 mars 1893.
(2) *American Journal of Science and Arts*, 1892.

roulés et formés de quartzite. En 1876, on a trouvé dans une autre localité un caillou de ce genre pesant jusque 400 livres. Aujourd'hui M. Orton signale la découverte d'un caillou de quartz de filon, différant de tous ceux que l'on connaissait jusqu'ici en ce qu'il est anguleux, absolument comme s'il venait d'être fraîchement arraché d'un rocher. Ce caillou pèse dix livres et a été trouvé au milieu d'une tout autre couche que celle qui jusqu'ici fournissait ces cailloux dans l'Ohio.

Présence de fossiles dans le terrain azoïque de Bretagne. — M. Barrois a fait à Lamballe une découverte intéressante qui fournit des indications précieuses sur les êtres organiques les plus anciens que l'on connaisse. Il a reconnu la présence de sections remarquables appartenant probablement à des *Monosphaeridae* (Radiolaires) dans des phtanites charbonneux. Or ces phtanites charbonneux appartiennent à une couche géologique qui présente une extension considérable en Bretagne et jusqu'en Normandie. Cette couche occupe d'ailleurs une position bien connue. Elle est intercalée tantôt dans des gneiss granulitiques, tantôt dans des micaschistes, et se trouve au sommet du terrain primitif au voisinage de la base de l'étage précambrien des phyllades de Saint-Lô. On voit donc combien le niveau fossilifère en question est plus ancien que les niveaux considérés jusque maintenant comme renfermant les restes organiques les plus anciens. Cette découverte fournit également d'utiles indications pour l'étude des conditions dans lesquelles se sont formés les gneiss et les micaschistes.

Origine de la craie. — On considérait jadis unanimement la craie comme étant un dépôt de mers très profondes. Actuellement des idées contraires semblent se faire jour. Tel est le cas pour M. Cayeux (1), qui a entrepris une série d'études sur la craie. De l'examen des matériaux étrangers qu'elle renferme, il lui semble résulter que la craie ne peut être formée au sein d'une mer très profonde. On a plusieurs fois signalé la présence de galets dans la craie, et M. Cayeux lui-même en a recueilli. Il les croit d'origine ardennaise et en infère que leur transport ne peut s'expliquer, comme on le faisait généralement, par l'action des glaces flottantes, l'existence de glaciers en Ardenne pendant le crétacé étant tout à fait improbable.

(1) *Comptes rendus Acad. des sc. de Paris*, 1892.
(2) *Ann. Soc. géologique du Nord*, t. XIX.

M. Cayeux a encore signalé la présence d'une quantité de minéraux à éclats anguleux, ce qui lui paraît prouver qu'ils n'ont pas fait beaucoup de chemin ou qu'ils ont été véhiculés par des courants très forts, toutes circonstances qui écartent l'idée d'une mer très profonde. Dans la boue à globigérines des grands fonds, à laquelle on a comparé la craie, les minéraux étrangers sont bien plus petits et de nature différente : ce sont presque exclusivement des produits d'éruptions volcaniques. D'un autre côté, si l'on examine la microstructure de la craie, on y constate la présence d'un élément étranger, sorte de ciment calcaire plus ou moins grossier provenant de la trituration de coquilles. Pour M. Cayeux donc, la craie s'est déposée à une petite distance des côtes dans une mer peu profonde, et c'est un sédiment d'origine terrigène.

Pour M. de Grossouvre (1), les faits cités par M. Cayeux ne permettent pas du tout de tirer une conclusion aussi absolue. Les galets rencontrés dans la craie sont d'une rareté extrême, et ils y ont été amenés par des causes accidentelles; ce qui le prouve bien, c'est qu'entre ces galets et les autres minéraux qu'on observe dans la craie, il y a une disproportion énorme pour la taille, sans que l'on constate jamais le moindre intermédiaire. Ils ne peuvent donc y avoir été amenés par les mêmes causes, et M. de Grossouvre préfère admettre que les galets ont été transportés soit par les glaces, soit par les poissons. On avait cité, comme preuve de l'existence de courants au fond de la mer crétacée, et partant de la faible profondeur de celle-ci, l'éparpillement des pièces du test des Échinides. Des observations récentes ont prouvé que cet éparpillement précède la mort de l'Échinide et ne peut par conséquent être attribué à des courants. La proportion d'éléments étrangers que renferme la craie est d'ailleurs si faible que son caractère terrigène serait peu accusé. En dernière analyse, M. de Grossouvre pense que si la craie ne présente pas, comme on le croyait, une analogie complète avec la boue à globigérines, on ne peut pas dire non plus que ce soit un sédiment terrigène au sens qu'ont attribué à ce mot MM. Murray et Renard. Ses caractères la placent plutôt à la limite des sédiments pélagiques et des sédiments terrigènes, et M. de Grossouvre pense qu'elle s'est déposée à une profondeur d'environ 1000 mètres.

Formation de la dolomie. — On considère presque toujours la dolomie en roche comme un carbonate double de calcium et

(1) *Ann Soc. géol. du Nord*, t. XX.

de magnésium. M. Johnstone (1) cite un grand nombre de résultats d'analyses qui prouvent que la composition chimique des roches dolomitiques est essentiellement variable et bien différente de celle qu'elles devraient présenter dans l'hypothèse précédente. La grande variation de composition prouve que, en réalité, ces roches sont un mélange mécanique et non chimique de ces deux carbonates. M. Johnstone recherche ensuite quel est le mode de formation des roches dolomitiques les plus abondantes, celles qui sont grenues et irrégulièrement stratifiées. Ces dolomies sont toujours d'origine marine, comme le prouvent les quelques fossiles qu'on y trouve; de plus, on voit immédiatement qu'elles ne sont pas d'origine organique. Elles ne peuvent donc avoir été produites que par les précipitations simultanées des deux carbonates. Si nous recherchons maintenant quelles sont les conditions qui ont occasionné cette précipitation, il faut écarter certaines hypothèses, comme celle de Sterry Hunt. Ces hypothèses, en effet, réclament des réactions très délicates et la présence de sels dont on ne s'explique pas la présence dans la mer.

En dernier lieu, M. Johnstone expose son opinion personnelle. Il part de ce fait bien constaté que presque tous les fleuves renferment en solution des carbonates de calcium et de magnésium. L'eau des fleuves, ne se mélangeant pas très bien avec l'eau salée, peut s'étendre à une grande distance des côtes sans mêler ses sels à ceux de la mer. Mais une fois que le mélange se produit, voici ce qui se passe. C'est un fait bien connu que les deux carbonates en question sont beaucoup moins solubles dans l'eau salée que dans l'eau douce: par conséquent, après leur mélange avec cette eau salée, ils doivent se précipiter. C'est ce que M. Johnstone a vérifié par l'expérience. Il doit ainsi se former un dépôt contenant les deux carbonates en question en mélange. Cette hypothèse explique le fait suivant, choisi parmi plusieurs autres : la mer Morte et la mer du Nord ne renferment que très peu de carbonates de magnésium et de calcium, tandis que les fleuves qui les alimentent, comme le Jourdain, la Tamise, le Rhin, etc., sont connus pour en renfermer des proportions notables.

Phénomènes glaciaires pendant la période carbonifère. — On croit généralement que pendant la formation des couches de houille du terrain houiller, un climat tropical ou subtropical

(1) *Transact. of the Edimburgh Geolog. Soc.*, t. VI, part. II.

régnait sur toute l'étendue du globe, sans en excepter les pôles eux-mêmes. On voit, en effet, à cette époque, une végétation de fougères arborescentes se développer universellement en donnant naissance aux couches de houille. M. Schenck pense cependant que ce développement de la végétation a été loin d'être universel, et qu'au contraire il y a dans l'hémisphère sud une large zone passant par l'Australie, l'Inde, l'Afrique australe et l'Amérique méridionale, qui, pendant le carbonifère supérieur, a dû se recouvrir d'un manteau de glaces. M. Schenck passe en revue les différents faits sur lesquelles il se base.

Australie. Dans les couches de Murees, qui se rapportent probablement à une période intermédiaire entre le houiller et le permien, on trouve des couches de cailloux souvent anguleux plongés dans une masse sableuse et argileuse, et dont quelques-uns sont striés comme les cailloux des glaciers. Cette formation paraît tout à fait devoir être attribuée à la fusion des icebergs.

Inde. On a observé plusieurs fois dans l'Inde des formations absolument analogues. On a notamment trouvé des cailloux striés dans l'assise la plus inférieure des couches de Gondwana qui correspondent exactement à celles que nous venons de voir en Australie, au point de vue de leur âge.

Afrique et Amérique méridionales. Dans un travail précédent, M. Schenck a signalé les mêmes faits pour l'Afrique méridionale, et on a reconnu le même horizon glaciaire au Brésil dans la province de Saint-Paul, toujours à la même époque.

D'après cela, M. Schenck croit pouvoir affirmer l'existence d'une période glaciaire carbonifère dans ces pays. Ce qui appuie encore son hypothèse, c'est l'existence dans ces pays de formations spéciales qui établissent un passage continu entre le carbonifère et le jurassique, et vers la base desquelles, à une période correspondant au houiller supérieur du reste du globe, on voit se développer une flore bien spéciale. Ainsi, au lieu des Sigillaria, Calamites, Lepidodendrum qui existent partout ailleurs à ce niveau, et qui dans les pays en question manquent complètement, on voit les Glossopteris, Gangamopteris, etc.

X. Stainier.

NOTES

Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris, tome CXVI, janvier, février et mars 1893.

N° 1. **P. Tannery** vient de publier une édition gréco-latine des *Œuvres de Diophante.*

Wallerant. Les plus anciennes éruptions connues de l'Etna sont contemporaines du pliocène inférieur.

N° 2. **Dehérain.** Les eaux de drainage enlèvent au sol tout l'azote nitrifié non assimilé par les récoltes; la quantité d'azote enlevé est beaucoup plus grande dans les terres nues que dans les terres cultivées. Ces pertes sont d'ailleurs liées plus étroitement à la quantité d'eau écoulée qu'à leur richesse en azote. Il importe donc de couvrir le sol d'une plante à végétation assez luxuriante pour évaporer toute l'eau tombée et empêcher complètement l'écoulement par les drains.

Amagat. Le coefficient de compressibilité de l'eau ainsi que le coefficient angulaire de ses isothermes décroît quand la pression croît, comme pour les autres liquides; il décroît aussi quand la température augmente; mais vers 3000 atmosphères la décroissance est extrêmement faible.

N° 3. **Marey**, en étudiant par la chronophotographie les mouvements de natation de la Raie, a pu les analyser et constater les analogies du vol et de la natation.

Cahen vient de démontrer l'important théorème suivant : La somme des logarithmes népériens des nombres premiers qui ne dépassent pas un nombre donné est asymptotique à ce nombre.

A. Müntz et A.-Ch. Girard. On peut, dans une certaine mesure, préserver les tas de fumier des déperditions d'ammo-

niaque, en les établissant sur un sol étanche, en les mettant à couvert, en les tassant et en les arrosant fréquemment. Pour atténuer les pertes à l'étable, l'expérience prouve que l'emploi des litières de tourbes et de terres riches en humus conduit aux meilleurs résultats. L'emploi du sulfate de fer ou du plâtre, au contraire, ne conduit à aucun résultat : l'acide sulfurique ne peut s'emparer de l'ammoniaque; il est pris par les bases fixes des fumiers, potasse, chaux ou magnésie, qui s'y trouvent sous forme de carbonates.

N° 4. **N. de Kokscharoff**, l'éminent auteur de la description minéralogique de la Russie, né le 5 décembre 1818, en Sibérie, dans le gouvernement de Tomsk, est mort le 2 janvier 1893.

Bassot est élu membre de la section de géographie.

G. Meslin démontre le théorème des états correspondants de Van der Waals par des considérations d'homogénéité.

V. Galippe a observé, sur plusieurs animaux, des cas de gingivite arthro-dentaire infectieuse identique à celle que l'homme peut contracter. Le caractère infectieux de cette maladie est de nature à faire redouter le contact de la salive des animaux qui en sont atteints, des chiens en particulier.

N° 5. **Berthelot** conclut à l'existence d'un âge du cuivre antérieur à celui du bronze, de l'analyse qu'il a faite d'une figurine chaldéenne très ancienne (peut-être antérieure au quarantième siècle avant notre ère) et du sceptre d'un roi égyptien de la sixième dynastie.

Arloing est parvenu à utiliser les propriétés pathogènes des matières solubles fabriquées par le microbe de la péripneumonie contagieuse des Bovidés, pour le diagnostic des formes chroniques de cette maladie.

Vallier est élu correspondant de l'Académie.

J. Danysz. L'*Ephestia Kuehniella* (Zeller) a toujours existé dans les moulins à farine, mais il se développe davantage dans les grands moulins à travail continu et à température élevée.

N° 6. **Moissan** est parvenu à préparer du carbone sous une forte pression, de manière à obtenir le diamant noir et même le diamant transparent. Du charbon de sucre est fortement comprimé dans un cylindre de fer doux fermé par un bouchon à vis du même métal. On fond, au four électrique, une quantité de fer doux de 150 à 200 grammes, opération qui n'exige que quelques minutes; puis, dans le bain liquide, on introduit rapidement le cylindre contenant le charbon. Le creuset est aussitôt sorti du four et trempé dans un seau d'eau. On détermine ainsi la forma-

tion rapide d'une couche de fer solide, et lorsque cette croûte est au rouge sombre, on retire le tout de l'eau et on laisse le refroidissement se terminer à l'air. Du culot métallique ainsi obtenu, on retire du carbone sous diverses formes et, en particulier, du diamant noir et du diamant transparent.

F. de Salvert fait connaître, sous forme explicite, l'intégrale algébrique d'un système hyperelliptique de la forme la plus générale, et complète ainsi des résultats obtenus par Jacobi. Au fond (n° 7), ce résultat équivaut au théorème de l'addition sous forme explicite.

L. de Saint-Martin. Les animaux partiellement intoxiqués par l'oxyde de carbone, placés dans des conditions où l'élimination en nature est impossible, détruisent lentement mais régulièrement une certaine quantité du gaz toxique. Des doses très faibles d'oxyde de carbone, qui seraient insuffisantes pour produire la mort, si l'air qui les contient est respiré pendant peu de temps, deviennent toxiques à la longue. La dose d'oxyde de carbone capable de rendre mortelle une atmosphère pour un homme endormi et, par suite, moins résistant, qui y séjourne plusieurs heures, est plus faible qu'on ne le suppose en se basant sur des expériences de courte durée faites sur des animaux. On s'explique ainsi les intoxications nocturnes, devenues si fréquentes depuis l'emploi des poêles à combustion lente.

N° 7. **Moissan**. Les fragments de la météorite de Cañon Diablo présentent de notables différences de composition. On y trouve du diamant transparent, du diamant noir ou carbonado, du graphite, un charbon marron peu dense, outre le fer qui compose plus des neuf dixièmes de la masse, du nickel, du soufre, de la silice, etc. Le diamant transparent peut donc se rencontrer dans d'autres planètes que la Terre.

Moissan. La terre bleue du Cap contient du graphite, du carbonado (trouvé par M. Couttolenc) et des diamants transparents microscopiques.

Chauveau et Kaufmann. L'expérience prouve que les déviations de la fonction glycémique, en quelque sens qu'elles se produisent, sont toujours dues à un changement dans l'activité de l'organe glycogène. (Voir aussi les n° suivants.)

J. Werth. dès le 31 janvier dernier, était arrivé aux conclusions suivantes sur la genèse du diamant : Le diamant a été formé à une haute température, sous pression, en présence de l'hydrogène plus ou moins carboné ; le diamant formé a été refroidi rapidement.

C. Van Lair a obtenu, chez le chien, des cas de survie, après section des deux nerfs vagues, en laissant s'écouler entre les deux opérations un temps assez long, dix mois ou un an, de manière à ce qu'il y ait régénération du vague, ou plutôt de sa branche laryngienne inférieure.

N° 8. **Bouquet de la Grye** a imaginé un instrument pouvant rendre apparentes les petites variations de l'intensité de la pesanteur.

Daubrée : L'observation et l'expérimentation s'accordent pour conduire à admettre que, dans les corps célestes dont elles proviennent, les météorites n'ont pas été formées par simple fusion, mais plus probablement par une précipitation de vapeurs amenées brusquement de l'état gazeux à la forme solide. Si ces vapeurs sont de matières diverses, on s'explique la nature hétérogène des produits solides qu'elles ont engendrés.

H. Moissan, en opérant à haute température, parvient à obtenir de la fonte d'uranium, de l'uranium, du chrome et du manganèse à l'état de pureté.

A. de Tillo. Du 12 au 16 janvier 1883, on a observé à Irkoutsk, en Sibérie, une pression barométrique supérieure à 8 décimètres ; le 14, elle atteint 807,5 millimètres (hauteur réduite au niveau de la mer et à la pesanteur normale). C'est la valeur la plus élevée que l'on connaisse jusqu'ici.

Callandreau est nommé membre, **Kékulé**, associé de l'Académie.

Folie. Il y a lieu de tenir compte, dans les réductions stellaires, de termes du second ordre, provenant de la combinaison de l'aberration et de la réfraction.

P. Painlevé : L'intégrale des équations différentielles algébriques du second ordre admet, en général, des points singuliers non algébriques *transcendants* mobiles, mais n'admet qu'exceptionnellement de pareils points *essentiels*. Une fonction analytique $y(x)$ a, en x_0, un point transcendant ou un point essentiel, suivant que y tend ou non vers une valeur *déterminée* quand x vient en x_0 sur un chemin quelconque à l'intérieur du domaine où y existe, mais sans tourner autour d'aucun point critique de y. Les points singuliers essentiels jouent un rôle important dans la théorie des équations différentielles, et paraissent devoir donner la clef de beaucoup de difficultés que présente cette théorie. (Voir aussi n° 11.)

A. Witz. On peut supprimer, sans inconvénient, les chemises de vapeur, dans les machines à vapeur à expansion multiple.

A. Leduc fait connaître les résultats numériques de ses recherches sur les poids atomiques. Si H = 1, on a N = 13,97, O = 15,88, Cl = 35,21, Br = 79,39, I = 125,96, C = 11,916, Ag = 107,17.

W. Prinz. Le chrome et probablement l'iridium cristallisent dans le système cubique.

A. Müntz et H. Coudon. La formation de l'ammoniaque dans le sol, après emploi de fumures organiques, semble due à l'intervention d'organismes inférieurs divers et non à une action chimique.

J. Dybowski et Dumoussy. Les populations africaines voisines de l'Oubangui tirent de certaines plantes des mélanges salins contenant de 55 à 68 p. c. de chlorure de potassium, de 37 à 28 p. c. de sulfate, de 7 à 8 p. c. de carbonate de potasse. Elles emploient ces mélanges comme condiment, sans inconvénient pour leur santé.

N° 9. **de Lacaze-Duthiers**. L'essai d'ostréiculture tenté à Roscoff est en voie de pleine réussite.

A. Joly est parvenu à fondre le ruthénium en assez grande quantité. Il est plus réfractaire que le rhodium et l'iridium, mais moins que l'osmium. Sa densité à 0° et rapportée à l'eau à 4° est 12,063 quand il est à l'état de métal fondu et pulvérisé.

N° 10. **Moissan**. La température de combustion du diamant est d'autant plus élevée qu'il est plus dur. Elle oscille entre 760 et 875 degrés. Le diamant résiste, à 1200 degrés, au chlore et à l'acide fluorhydrique; mais il est facilement attaqué à cette température par les carbonates alcalins. Dans tous les échantillons de diamant du Cap, de boort, de carbonado et de diamant du Brésil, sauf dans certain boort vert, il y a du fer, du silicium et souvent du calcium.

Gyldén essaie d'expliquer les variations périodiques des latitudes terrestres par des mouvements hypothétiques de matière pulvérulente ou liquide à l'intérieur de notre globe.

Lister est élu associé de l'Académie.

L. Guinard. La chèvre est extrêmement résistante à l'action hypnotique de la morphine; elle peut supporter, par kilogramme de poids, une dose hypnotique mille fois plus grande que l'homme.

Contejean. En décembre 1788, le thermomètre est descendu à 33 degrés sous zéro à Montbéliard.

N° 11. **Faye** donne la description d'un tornado arrivé aux États-Unis, qui prouve, d'une manière frappante, la réalité de sa théorie des trombes.

E. Lagrange et Hoho parviennent à réaliser, au moyen d'un courant électrique, un échauffement intense et rapide, en des endroits déterminés seulement d'un fil métallique servant d'électrode négative.

A. Joly et M. Vèzes sont parvenus à obtenir l'osmium fondu et à reconnaître qu'il forme avec le ruthénium un groupe fort net, comme le rhodium et l'iridium d'une part, le palladium et le platine de l'autre.

J. Courmont et H. Doyon. Le bacille de Nicolaïer engendre le tétanos par l'intermédiaire d'un ferment soluble qu'il fabrique. Ce ferment, non toxique par lui-même, élabore aux dépens de l'organisme une substance directement tétanisante, comparable par ses effets à la strychnine.

N° 12. **A. Girard** cite de nouveaux faits prouvant, d'une manière péremptoire, que l'on peut obtenir un rendement de 35 000 kilogrammes à l'hectare, en cultivant la pomme de terre *Richter's Imperator* d'après la méthode qu'il a indiquée.

D. Démoulin. La seconde moitié de janvier est affectée, depuis des siècles, d'alternatives s'accentuant par une baisse vers le 18, suivie d'une élévation de température très prononcée vers le 23 et le 29, la température baissant généralement entre ces deux dates.

N° 13. **Loewy** fait connaître les résultats favorables obtenus par sa méthode pour rattacher l'un à l'autre avec précision deux clichés de la carte photographique du ciel. Il en conclut que la méthode photographique est appelée à jouer un rôle tout à fait prépondérant dans l'étude des situations relatives des astres. L'activité des astronomes devra changer de direction, sous peine de s'exercer d'une manière stérile. Les instruments méridiens seront affectés d'une manière spéciale à la détermination des positions des étoiles fondamentales et des astres mobiles. La photographie les remplacera avec grand avantage pour la construction des catalogues d'étoiles fixes, aussi bien que pour l'étude des mouvements sidéraux et des parallaxes. (Voir aussi n° 14.)

A. Demoulin fait connaître une nouvelle méthode pour trouver les surfaces qui correspondent, par orthogonalité des éléments, à une surface donnée (1).

P. M.

(1) Correction essentielle à introduire dans la livraison précédente de janvier, page 350, ligne 26. Lire : " va en *diminuant*, " au lieu de " va en augmentant ".

TABLE DES MATIÈRES

DU

TROISIÈME VOLUME (DEUXIÈME SÉRIE)

TOME XXXIII DE LA COLLECTION.

LIVRAISON DE JANVIER 1893.

LES RACES INFÉRIEURES, par **M. le Mis de Nadaillac** . . . 5

LES VOYAGES D'EXPLORATION SUR L'INLANDSIS DU GROENLAND, par **M. J. de la Vallée Poussin** 26

L'INFLUENZA, par **M. le Dr Moeller** 68

UNE NOUVELLE THÉORIE DU MONDE INORGANIQUE, par **M. P. Duhem** 90

M. DE QUATREFAGES ET L'ANTHROPOLOGIE. Deuxième article : QUESTIONS D'ANTHROPOLOGIE PRÉHISTORIQUE, par **M. l'abbé D. Le Hir** 134

NEWTON ET L'ACTION A DISTANCE, par **M. Ch. de Kirwan.** . 169

A TRAVERS LES ÉTATS-UNIS (fin), par **M. X. Stainier** . . . 190

LES FÊTES JUBILAIRES DE MM. HERMITE ET PASTEUR, par **M. A. de Lapparent** 235

JUBILÉ DE M. PASTEUR 239

Discours de M. Lister 240

Discours de M. Ruffier. 241

Réponse de M. Pasteur 242

JUBILÉ DE M. HERMITE. 244

Adresse de M. Poincaré . . . . . *Ibid.*

Adresse de la Société scientifique de Bruxelles 246

BIBLIOGRAPHIE. — I. Traité de géologie, par A. de Lapparent, 3e édition. Ire partie; IIe partie, 1re et 2e fascicules. **M. C. de la Vallée Poussin.** 248

II. Ouvrages récents de physique mathématique : 1° Théorie mathématique de la lumière ; Nouvelles études sur la diffraction ; Théorie de la dispersion de Helmholtz, par H. Poincaré. Leçons rédigées par MM. Lamotte et Hurmuzescu 257
2° Vorlesungen über Maxwell's Theorie der Elektricität und des Lichtes. Ier Theil, par L. Boltzmann. . . 259
3° La Théorie électromagnétique de Maxwell et son application aux corps mouvants, par H.-A. Lorentz . 262
4° Théorie électromagnétique de la lumière, par O. Tumlirz, traduit par G. Van der Mensbrugghe 263
5° Untersuchungen über die Ausbreitung des elektrischen Kraft, par H. Hertz. . . . . *Ibid.*
6° Vorlesungen über mathematische Physik, IIIer Bd. Elektricität und Magnetismus, par G. Kirchhoff, publié par Max Planck, **M. P. Duhem** 264
III. Le Problème de la vie, par le Mis de Nadaillac. **J. G.** . 265
IV. Inhumation et crémation, IIe partie : Rites funéraires chez les peuples chrétiens (en flamand), par le Dr Is. Bauwens. **J. G.** 268
V. Exercices pratiques élémentaires de physique, par M. L. N. Van de Vyver. **R. P. J. Thirion, S J.** 270
VI. Essais d'or et d'argent, par H. Gautier. **F. D.** . . . 272
VII. Textiles végétaux, leur examen microchimique, par H. Lecomte. **D. T.** 275
VIII. Annuaire de l'Observatoire de Montsouris, pour les années 1892-1893. **Jean d'Estienne**. 277
IX. Annuaire du Bureau des longitudes pour l'an 1893. **Jean d'Estienne**. 279
X. Constructions métalliques. Élasticité et résistance des matériaux. Fonte, fer et acier, par Jean Résal. **M. M. d'Ocagne** 283

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES.
ANTHROPOLOGIE, par **M. A. Arcelin** 291
BOTANIQUE, par **M. l'abbé Alph. Meunier** 299
PHYSIOLOGIE ET ZOOLOGIE, par le **R. P. G. Hahn, S. J.** . 306
PHYSIQUE, par le **R. P. J. Thirion S. J.** 319
GÉOGRAPHIE, par **M. F. Van Ortroy**. 340

NOTES. — Comptes rendus de l'Académie des sciences. **P. M.** . 343

Note complémentaire de l'article : LES VOYAGES D'EXPLORATION DANS L'INLANDSIS DU GROENLAND. 352

LIVRAISON D'AVRIL 1893.

L'Influenza. Deuxième article : Pathologie et étiologie générales, par **M. le Dr Moeller** 353

M. de Quatrefages et l'anthropologie. Troisième article : Les Races humaines, par **M. l'abbé D. Le Hir** 379

L'Invariabilité de la hauteur du pôle opposée aux variations de la latitude, par **M. F. Folie** 432

De la valeur objective des hypothèses physiques, a propos d'un article de M. P. Duhem, par **M. E. Vicaire** 451

Le Grand paquebot moderne, par **M. A.-A. Fauvel** . . . 511

L'Œuvre géographique de Mercator (fin), par **M. F. Van Ortroy** 556

Causerie d'un forestier, par **M. E. Desjobert** 583

Hommage rendu a la mémoire de L.-Ph. Gilbert, le 6 novembre 1892, a l'Université de Louvain, par le **R. P. J. Thirion, S. J.** 591

Bibliographie. — I. Introduction scientifique à la foi chrétienne, par un ingénieur de l'État. **Jean d'Estienne** . . . 597

II. To the Snows of Tibet through China, by A.-E. Pratt. **M. A.-A. Fauvel.** 604

III. Sound and Music, by the Rev. J.-A. Zahm, C. S. C. **J. T.** 607

IV. Annuaire de l'Observatoire royal de Belgique, par F. Folie. **A. B.** 608

V. La Bière, par L. Lindet. **V. B.** 609

VI. Notions de chimie agricole, par Schlœsing fils. **V. B.** . 611

VII. Formation des gîtes métallifères, par L. de Launay. **F. D.** 612

VIII. Les Moyens de défense dans la série animale, par L. Cuénot. **M. A. Buisseret** 615

IX. Les Lieux géométriques en géométrie élémentaire, par P. Sauvage. **M. M. d'Ocagne** 624

X. Maladies des organes respiratoires, par le Dr Faisans. **M. le Dr Mœller.** 625

XI. Technique d'électrophysiologie, par le Dr Weiss. **M. le Dr Mœller** 628

XII. La Population, par Éd. Van der Smissen. **M. A. Julin.** 632

XIII. La Biblia y la Ciencia, por el Cardenal Gonzalez, **R. P. Juan Mir, S. J.** 640

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES.

ASTRONOMIE, par le **R. P. J. D. Lucas, S. J.** 645

AGRICULTURE, par **V. D.** 664

SCIENCES INDUSTRIELLES, par **M. J.-B. André** 677

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE, par **M. X. Stainier.** 682

NOTES. — Comptes rendus de l'Académie des sciences. **P. M.** . 687

Bruxelles. — Imp. Polleunis & Ceuterick, rue des Ursulines, 37.

T, P, I, 9/K.

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath., c. IV.

Tome III.

NOUVELLE SÉRIE

DEUXIÈME ANNÉE. — JANVIER 1893

TOME III. — 1re LIVRAISON

(DIX-SEPTIÈME ANNÉE ; TOME XXXIII DE LA COLLECTION.)

BRUXELLES

SOCIÉTÉ BELGE DE LIBRAIRIE

SOCIÉTÉ ANONYME

16, RUE TREURENBERG, 16

Prière d'adresser tout ce qui concerne la rédaction, ainsi que les ouvrages envoyés pour comptes rendus (deux exemplaires) ou offerts à la Société scientifique de Bruxelles, à **M. Ch. GEORGE, 11, rue des Récollets, Louvain.**

LIVRAISON DE JANVIER 1893.

I. — LES RACES INFÉRIEURES, par **M. le Mis de Nadaillac,** p. 5.

II. — LES VOYAGES D'EXPLORATION SUR L'INLANDSIS DU GROENLAND, par **M. J. de la Vallée Poussin,** p. 26.
Voir aussi la **Note complémentaire,** p. 352.

III. — L'INFLUENZA, par **M. le Dr Moeller,** p. 68.

IV. — UNE NOUVELLE THÉORIE DU MONDE INORGANIQUE, par **M. P. Duhem,** p. 90.

V. — M. DE QUATREFAGES ET L'ANTHROPOLOGIE. Deuxième article : QUESTIONS D'ANTHROPOLOGIE PRÉHISTORIQUE, par **M. l'abbé D. Le Hir,** p. 134.

VI. — NEWTON ET L'ACTION A DISTANCE, par **M. Ch. de Kirwan,** p. 169.

VII. — A TRAVERS LES ÉTATS-UNIS (fin), par **M. X. Stainier,** p. 190.

VIII. — I. LES FÊTES JUBILAIRES DE MM. HERMITE ET PASTEUR, par **M. A. de Lapparent,** p. 235. — II. JUBILÉ DE M. PASTEUR, p. 239; **Discours de M. Lister,** p. 240; **Discours de M. Ruffier,** p. 241; **Réponse de M. Pasteur,** p. 242. — III. JUBILÉ DE M. HERMITE, p. 244; **Adresse de M. Poincaré,** *Ibid.*; **Adresse de la Société scientifique de Bruxelles,** p. 246.

IX. — BIBLIOGRAPHIE. — I. Traité de géologie, par A. de Lapparent, 3e édition. Ire partie; IIe partie, 1er et 2e fascicules. **M. C. de la Vallée Poussin,** p. 248. — II. Ouvrages récents de physique mathématique : 1° Théorie mathématique de la lumière; Nouvelles études sur la diffraction; Théorie de la dispersion de Helmholtz, par H. Poincaré (Leçons rédigées par MM. Lamotte et Hurmuzescu, p. 257; — 2° Vorlesungen über Maxwell's Theorie der Elektricität und des Lichtes. Ier Theil, par L. Boltzmann, p. 259; — 3° La Théorie électromagnétique de Maxwell et son application aux corps mouvants, par H.-A. Lorentz, p. 262; — 4° Théorie électromagnétique de la lumière, par O. Tumlirz, traduit par G. Van der Mensbrugghe, p. 263; — 5° Untersuchungen über die Ausbreitung des elektrischen Kraft, par H. Hertz, *Ibid.* — 6° Vorlesungen über mathematische Physik, IIIer Bd. Elektricität und Magnetismus, par G. Kirschhoff, publié par Max. Planck, **M. P. Duhem,** p. 264. — III. Le Problème de la vie, par le Mis de Nadaillac. **J. G.,** p. 265. — IV. Inhumation et crémation, IIe partie : Rites funéraires chez les peuples chrétiens (en flamand), par le Dr Is. Bauwens. **J. G.,** p. 268. — V. Exercices pratiques élémentaires de physique, par M. L. N. Van de Vyver. **R. P. J. Thirion, S. J.,** p. 270. — VI. Essais d'or et d'argent, par H. Gautier. **F. D**, p. 272. — VII. Textiles végétaux, leur examen microchimique, par H. Lecomte. **D. T.,** p. 275. — VIII. Annuaire de l'observatoire de Montsouris, pour les années 1892-1893. **Jean d'Estienne,** p. 277. — IX. Annuaire du Bureau des longitudes pour l'an 1893. **Jean d'Estienne,** p. 279. — X. Constructions métalliques. Élasticité et résistance des matériaux. Fonte, fer et acier, par Jean Résal. **M. M. d'Ocagne,** p. 283 (1).

X. — REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES. — Anthropologie, par **M. A. Arcelin,** p. 291. — Botanique, par **M. l'abbé Alph. Meunier,** p. 299. — Physiologie et Zoologie, par le **R. P. G. Hahn, S. J.,** p. 306. — Physique, par le **R. P. J. Thirion, S. J.,** p. 319. — Géographie, par **M. F. Van Ortroy,** p. 340.

XI. — NOTES. Comptes rendus de l'Académie des sciences. **P. M.,** p. 343.
Note complémentaire de l'article : **Les Voyages d'exploration dans l'Inlandsis du Groenland,** p. 352.

(1) L'abondance des matières nous force à renvoyer à une prochaine livraison les comptes rendus de plusieurs ouvrages, notamment : *Introduction à la mécanique chimique,* par P. Duhem ; — *La Biblia y la Ciencia,* par S. E. le Cardinal Gonzalez (seconde édition); — *La Creación, la Redención y la Yglesia ante la Ciencia, la Critica y el Racionalismo,* par S. Gr. Mgr Vigil, évêque d'Oviedo ; — *Les Moyens de défense dans la série animale,* par L. Cuénot ; *Formation des gîtes métallifères,* par I. de Launay, et autres publications de l'*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire,* etc.

Société belge de Librairie, 16, rue Treurenberg, Bruxelles.

LES SCIENCES MODERNES

EN REGARD DE LA

GENÈSE DE MOÏSE

PAR

J. G. VAN ZEEBROEK,

prêtre du diocèse de Malines.

1 vol. in-8° de XXXVIII-344 pages, accompagné de tableaux hors texte

PRIX : 7.50 FR.

Voilà un bon et beau livre.

M. Van Zeebroek, directeur des Sœurs Grises à Diest, est un hébraïsant qui a étudié les *onze* premiers chapitres de la Genèse sur les textes originaux. Il s'est ensuite adressé aux savants de notre époque et il a comparé les résultats de l'exégèse avec les investigations de la science.

Il eût pu mettre en épigraphe à son livre ces mots si souvent mal employés : « Ceci est une œuvre de bonne foi. » On sent à le lire que le croyant ne redoutait pas que ses recherches aboutissent à une contradiction entre la foi et la raison, et finalement il se dégage de son étude cette conclusion, déjà énoncée par le Concile du Vatican : la foi et la raison sont les filles d'un seul et même Dieu.

L'auteur n'a négligé aucun renseignement : il a lu et mis en ordre tout ce qui a paru de plus remarquable sur son sujet pendant ces quinze dernières années.

Ce splendide volume s'ouvre par un tableau chromolithographié, où l'on fait d'un coup-d'œil la comparaison entre les données de la géologie et celles de la Genèse. La série des assises géologiques y est représentée par une cinquantaine de teintes différentes.

Les trente-sept pages de l'*Introduction* contiennent un résumé de géologie très précis et très clair. L'auteur ne se cache pas d'avoir beaucoup emprunté aux *Notions de Géologie* par M. Raingeard, professeur de sciences au Séminaire de Rodez, qui, lui-même, a puisé « à pleines mains » dans le beau *Traité de Géologie* de M. de Lapparent, professeur à l'université catholique de Paris et l'une des autorités incontestées de la science contemporaine.

Dans le cours de l'ouvrage, M. Van Zeebroek suit une marche à peu près uniforme pour chacun des onze chapitres qu'il étudie.

(Revue bibl. belge.) J. J. D. S.

GAUTHIER-VILLARS & Fils
IMPRIMEURS-ÉDITEURS
Quai des Grands-Augustins, 55

G. MASSON, Editeur
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
Boulevard Saint-Germain, 120

PARIS

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

publiée sous la direction de **M. H. LÉAUTÉ**, Membre de l'Institut.

300 VOLUMES ENVIRON, PETIT IN-8°, PARAISSANT DE MOIS EN MOIS
Il sera publié 30 à 40 volumes par an

Chaque volume est vendu séparément : Broché, **2** fr. **50**. — Cartonné, toile anglaise, **3** fr.

Le prospectus général de l'Encyclopédie est envoyé franco sur demande.

Cette publication, qui se distingue par son caractère pratique, reste cependant une œuvre hautement scientifique.

Embrassant le domaine entier des Sciences appliquées, depuis la Mécanique, l'Électricité, l'Art de l'Ingénieur, la Physique et la Chimie industrielles, etc., jusqu'à l'Agronomie, la Biologie, la Médecine, la Chirurgie et l'Hygiène elle se compose d'environ 300 volumes petit in-8°.

Chacun d'eux, signé d'un nom autorisé, donne, sous *une forme condensée*, l'état précis de la science sur la question traitée et toutes les indications pratiques qui s'y rapportent.

La publication est divisée en deux sections : **Section de l'Ingénieur, Section du Biologiste**, qui paraissent simultanément depuis février 1892 et se continuent avec rapidité et régularité de mois en mois.

Les ouvrages qui constitueront ces deux séries permettront à l'Ingénieur, au Constructeur, à l'Industriel, d'établir un projet sans reprendre la théorie; au Chimiste, au Médecin, à l'Hygiéniste, d'appliquer la technique d'une préparation, d'un mode d'examen ou d'un procédé sans avoir à lire tout ce qui a été écrit sur le sujet. Chaque volume se termine par une Bibliographie méthodique permettant au lecteur de pousser plus loin et d'aller aux sources.

Volumes parus de juin à octobre 1892.

SECTION DE L'INGÉNIEUR.

Alheilig. Ingénieur de la marine, Professeur à l'Ecole d'application du génie maritime.— *Recette, conservation et travail des bois, outils et machines-outils employés dans ce travail.*

Lindet (L.), Docteur en sciences. Professeur de technologie agricole à l'Institut national agronomique. — *La bière.*

Schlœsing (Th.), Ingénieur des manufactures de l'Etat. — *Notions de chimie agricole.*

Sauvage, Ingénieur des mines. *Les divers types de moteurs à vapeur.*

Le Chatelier, Ingénieur en chef des mines, Professeur à l'Ecole des mines, Répétiteur à l'Ecole polytechnique. — *Le grisou.*

Madamet (A.), Ingénieur de la marine en retraite, Directeur des forges et chantiers de la Méditerranée. — *Détente variable de la vapeur. Dispositifs qui la produisent.*

Dudebout (A.), Ingénieur de la marine, Sous-Directeur et Professeur à l'Ecole d'application du génie maritime. — *Appareils d'essai des moteurs à vapeur, Appareils d'asservissement.*

Croneau (A.), Ingénieur des constructions navales. Professeur à l'Ecole d'application du génie maritime. — *Canons torpilles et cuirassés, leur installation à bord des bâtiments.*

SECTION DU BIOLOGISTE.

Trousseau, médecin de la Clinique nationale des Quinze-Vingts. — *Ophtalmologie. Hygiène de l'œil.*

Polin et **Labit**, médecins-majors de l'armée, Lauréats de l'Académie de médecine. — *Examen des aliments suspects*, avec une préface de M. **J. Arnould**, médecin inspecteur de l'armée, membre correspondant de l'Académie de médecine.

Bergonié (J.), Professeur à la Faculté de médecine de Bordeaux. — *Physique du physiologiste et de l'étudiant en médecine, Actions moléculaires, acoustique, électricité.*

Auvard (A.), Accoucheur des Hôpitaux. — *Menstruation et fécondation. Physiologie et pathologie.*

Mégnin (P.), ancien vétérinaire de l'armée, membre de la Société de médecine légale de France. — *Les Acariens parasites.*

Démelin (Dr L. A.), chef de Clinique obstétricale à la Faculté de médecine de Paris. — *Anatomie obstétricale.*

Cuénot (L.), chargé d'un cours complémentaire de zoologie, à la Faculté des sciences de Nancy. — *Les moyens de défense dans la série animale.*

*On peut également se procurer les volumes de l'***Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire** *à la Société Belge de Librairie, rue Treurenberg, 16, à Bruxelles, et dans les principales librairies de Belgique.*

Imp. Polleunis & Ceuterick, rue des Ursulines 37

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath., c. IV.

DEUXIÈME SÉRIE

TOME III. — AVRIL 1893

(DIX-SEPTIÈME ANNÉE ; TOME XXXIII DE LA COLLECTION)

BRUXELLES
SOCIÉTÉ BELGE DE LIBRAIRIE
(Société anonyme)
Oscar SCHEPENS, Directeur
16, RUE TREURENBERG, 16

Prière d'adresser tout ce qui concerne la rédaction, ainsi que les ouvrages envoyés pour comptes rendus (deux exemplaires) ou offerts à la Société scientifique de Bruxelles, à M. CH. GEORGE, 11, rue des Récollets, Louvain.

LIVRAISON D'AVRIL 1893.

I. — L'INFLUENZA. Deuxième article : Pathologie et étiologie générales, par **M. le Dr Moeller**, p. 353.

II. — M. DE QUATREFAGES ET L'ANTHROPOLOGIE. Troisième article : Les Races humaines, par **M. l'abbé D. Le Hir**, p. 379.

III. — L'INVARIABILITÉ DE LA HAUTEUR DU POLE OPPOSÉE AUX VARIATIONS DE LA LATITUDE, par **M. F. Folie**, p. 432.

IV. — DE LA VALEUR OBJECTIVE DES HYPOTHÈSES PHYSIQUES, à propos d'un article de M. P. Duhem, par **M. E. Vicaire**, p. 451.

V. — LE GRAND PAQUEBOT MODERNE, par **M. A.-A. Fauvel**, p. 511.

VI. — L'ŒUVRE GÉOGRAPHIQUE DE MERCATOR (fin), par **M. F. Van Ortroy**, p. 556.

VII. — CAUSERIE D'UN FORESTIER, par **M. E. Desjobert**, p. 583.

VIII. — HOMMAGE RENDU A LA MÉMOIRE DE L.-PH. GILBERT, le 6 novembre 1892, a l'Université de Louvain, par le **R. P. J. Thirion, S. J.**, p. 591.

IX. — BIBLIOGRAPHIE. — I. Introduction scientifique à la foi chrétienne, par un ingénieur de l'État. **Jean d'Estienne**, p. 597. — II. To the Snows of Tibet through China, by A.-E. Pratt. **M. A.-A. Fauvel**, p. 604. — III. Sound and Music, by the Rev. J.-A. Zahm, C. S. C. **J. T.** p. 607. — IV. Annuaire de l'Observatoire royal de Belgique, par F. Folie. **A. B.**, p. 608. — V. La Bière, par L. Lindet. **V. B.**, p. 609. — VI. Notions de chimie agricole, par Schlœsing fils. **V. B.**, p. 611. — VII. Formation des gîtes métallifères, par L. de Launay. **F. D.**, p. 612. — VIII. Les moyens de défense dans la série animale, par L. Cuénot. **M. A. Buisseret**. p. 615. — IX. Les Lieux géométriques en géométrie élémentaire, par P. Sauvage. **M. M. d'Ocagne**, p. 624. — X. Maladies des organes respiratoires, par le Dr Faisans. **M. le Dr Mœller**, p. 625. — XI. Technique d'électrophysiologie, par le Dr Weiss. **M. le Dr Mœller**, p. 628. — XII. La Population, par Éd. Van der Smissen. **M. A. Julin**, p. 632. — XIII. La Biblia y la Ciencia, por el Cardenal Gonzalez. **R. P. Juan Mir, S. J.**, p. 640.

X. — REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES. — Astronomie, par le **R. P. J.-D. Lucas, S. J.**, p. 645. — Agriculture, par **V. D.**, p. 664. — Sciences industrielles, par **M. J.-B. André**, p. 677. — Minéralogie et géologie, par **M. X. Stainier**, p. 682.

XI. — NOTES. Comptes rendus de l'Académie des sciences. **P. M.**, p. 687.

Société belge de Librairie, 16, rue Treurenberg, Bruxelles.

LES SCIENCES MODERNES

EN REGARD DE LA

GENÈSE DE MOÏSE

PAR

J. G. VAN ZEEBROEK,

prêtre du diocèse de Malines.

1 vol. in-8° de XXXVIII-344 pages, accompagné de tableaux hors texte

PRIX : 7.50 FR.

Voilà un bon et beau livre.

M. Van Zeebroek, directeur des Sœurs Grises à Diest, est un hébraïsant qui a tudié les *onze* premiers chapitres de la Genèse sur les textes originaux. Il s'est nsuite adressé aux savants de notre époque et il a comparé les résultats de l'exé-èse avec les investigations de la science.

Il eût pu mettre en épigraphe à son livre ces mots si souvent mal employés : Ceci est une œuvre de bonne foi. » On sent à le lire que le croyant ne redoutait as que ses recherches aboutissent à une contradiction entre la foi et la raison, et nalement il se dégage de son étude cette conclusion, déjà énoncée par le Concile ı Vatican : la foi et la raison sont les filles d'un seul et même Dieu.

L'auteur n'a négligé aucun renseignement : il a lu et mis en ordre tout ce ıi a paru de plus remarquable sur son sujet pendant ces quinze dernières ınées.

Ce splendide volume s'ouvre par un tableau chromolithographié, où l'on fait un coup-d'œil la comparaison entre les données de la géologie et celles de la ènèse. La série des assises géologiques y est représentée par une cinquantaine de intes différentes.

Les trente-sept pages de l'*Introduction* contiennent un résumé de géologie très écis et très clair. L'auteur ne se cache pas d'avoir beaucoup emprunté aux *Notions Géologie* par M. Raingeard, professeur de sciences au Séminaire de Rodez, qui, -même, a puisé « à pleines mains » dans le beau *Traité de Géologie* de de Lapparent, professeur à l'université catholique de Paris et l'une des autorités ontestées de la science contemporaine.

Dans le cours de l'ouvrage, M. Van Zeebroek suit une marche à peu près uni-me pour chacun des onze chapitres qu'il étudie.

Revue bibl. belge.) J. J. D. S.

GAUTHIER-VILLARS & Fils
IMPRIMEURS-ÉDITEURS
Quai des Grands-Augustins, 55

G. MASSON, Éditeur
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
Boulevard Saint-Germain, 120

PARIS

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

publiée sous la direction de **M. H. LÉAUTE**, Membre de l'Institut.

300 VOLUMES ENVIRON, PETIT IN-8°, PARAISSANT DE MOIS EN MOIS
Il sera publié 30 à 40 volumes par an

Chaque volume est vendu séparément : Broché, **2** fr. **50**. — Cartonné, toile anglaise, **3** fr.

Le prospectus général de l'Encyclopédie est envoyé franco sur demande.

Cette publication, qui se distingue par son caractère pratique, reste cependant une œuvre hautement scientifique.

Embrassant le domaine entier des Sciences appliquées, depuis la Mécanique, l'Électricité, l'Art de l'Ingénieur, la Physique et la Chimie industrielles, etc., jusqu'à l'Agronomie, la Biologie, la Médecine, la Chirurgie et l'Hygiène elle se compose d'environ 300 volumes petit in-8°.

Chacun d'eux, signé d'un nom autorisé, donne, sous *une forme condensée*, l'état précis de la science sur la question traitée et toutes les indications pratiques qui s'y rapportent.

La publication est divisée en deux sections : **Section de l'Ingénieur, Section du Biologiste**, qui paraissent simultanément depuis février 1892 et se continuent avec rapidité et régularité de mois en mois.

Les ouvrages qui constitueront ces deux séries permettront à l'Ingénieur, au Constructeur, à l'Industriel, d'établir un projet sans reprendre la théorie; au Chimiste, au Médecin, à l'Hygiéniste, d'appliquer la technique d'une préparation, d'un mode d'examen ou d'un procédé sans avoir à lire tout ce qui a été écrit sur le sujet. Chaque volume se termine par une Bibliographie méthodique permettant au lecteur de pousser plus loin et d'aller aux sources.

Volumes parus d'octobre 1892 à février 1893.

SECTION DE L'INGÉNIEUR.

Gautier (H.), Docteur ès Sciences, Professeur agrégé à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris. — *Essais d'or et d'argent.*

Lecomte, Docteur ès Sciences, Professeur d'Histoire naturelle au Lycée Saint-Louis. — *Les textiles végétaux. Leur examen microchimique.*

Alheilig, Ingénieur de la Marine, Professeur à l'Ecole d'application du génie maritime. — *Corderie. Cordages en chanvre et en fils métalliques.*

De Launay, Ingénieur au corps des mines, Professeur à l'Ecole nationale des mines. — *Formation des gîtes métallifères.*

Bertin, Directeur des constructions navales. Directeur à l'Ecole d'application du génie maritime. — *Etat actuel de la marine de guerre.*

Jean (Ferdinand), Directeur du Laboratoire de la Bourse du Commerce et de la Société française d'Hygiène. — *L'industrie des peaux et des cuirs. Analyse des matières premières, des agents auxiliaires et des produits.*

Berthelot, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences. — *Traité pratique de calorimétrie chimique.*

Viaris (de). — *L'art de chiffrer et de déchiffrer les dépêches secrètes.*

SECTION DU BIOLOGISTE.

Demelin (Dr L.-A.), Chef de clinique obstétricale à la Faculté de médecine de Paris. — *Anatomie obstétricale.*

Cuénot (L.), Chargé de cours à la Faculté des sciences de Nancy. — *Les moyens de défense dans la série animale.*

Olivier (Dr A.), Chef du service des maladies des femmes et accouchements à la Policlinique de Paris. — *La pratique de l'accouchement normal.*

Bergé, Interne des Hôpitaux. — *Guide de l'étudiant à l'hôpital. Examens cliniques et autopsies.*

Charrin (A.), Professeur agrégé, chef du Laboratoire de Pathologie générale à la Faculté de médecine. — *Les Poisons de l'organisme : Poisons de l'urine.*

Brocq, Médecin des Hôpitaux, et **Jacquet**, ancien interne à l'Hôpital Saint-Louis. — *Traité élémentaire et pratique de dermatologie. Dermatologie générale.*

Roger (H.), Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris. — *Physiologie normale et pathologique du foie.*

*On peut également se procurer les volumes de l'***Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire** *à la Société Belge de Librairie, rue Treurenberg, 16, à Bruxelles, et dans les principales librairies de Belgique.*

Imp. Polleunis & Ceuterick, rue des Ursulines 37

Bruxelles
21-85357
Liques

AMNH LIBRARY
100226233